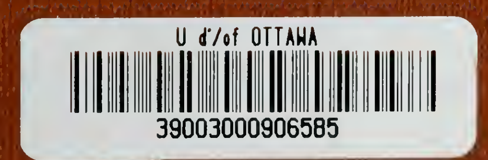
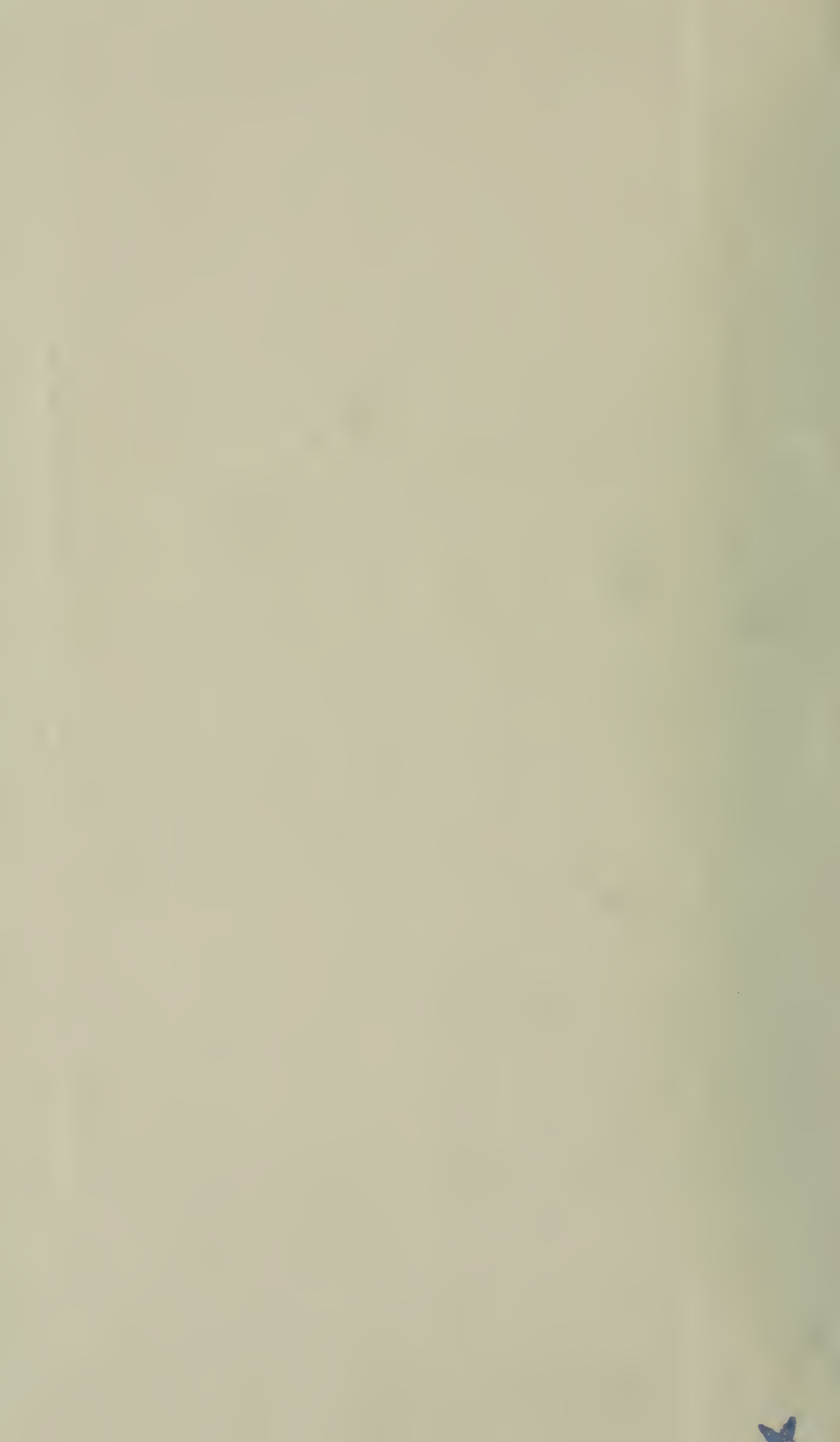




ESSAIS
SCIENTIFIQUES

A LA MÊME LIBRAIRIE

AUTRES OUVRAGES DE M. HERBERT SPENCER

TRADUITS EN FRANÇAIS

Les premiers principes. 1 fort vol. cart., traduit de l'anglais par M. Cazelles. 10 fr.

Principes de psychologie, traduits de l'anglais par MM. Th. Ribot et Espinas. 2 vol. in-8. 20 fr.

Principes de biologie, traduits par M. Cazelles. 2 vol. in-8. 1877-1878. 20 fr.

Principes de sociologie. 2 vol. in-8. 1878-1879. 20 fr.

Essais sur le progrès, traduit de l'anglais par M. Burdeau. 1 vol. in-8. 2e édition, 1879. 7 fr. 50

Essais de politique. 1 vol. in-8, 1878, traduit par M. Burdeau. 7 fr. 50

De l'éducation physique, intellectuelle et morale. 1 vol. in-8. 2e édition, 1879. 5 fr.

De la classification des sciences, traduit par M. Réthoré. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

Introduction à la science sociale. 1 vol. in-8. 4e édition, 1878. 6 fr.

Introduction à la morale. 1 vol. in-8 (*sous presse*). 6 fr.

AUTRES TRADUCTIONS DE M. BURDEAU

Le fondement de la morale, par Schopenhauer. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

Le monde comme volonté et représentation, par Schopenhauer. 2 vol. in-8 (*sous presse*).

Critique de la raison pratique de Kant. 1 vol. in-8 (*sous presse*).

Critique du jugement de Kant. 2 vol. in-8 (*sous preese*).

Coulommiers. — Typog. PAUL BRODARD.

OCC 75

ESSAIS

DE MORALE

DE SCIENCE ET D'ESTHÉTIQUE

PAR

HERBERT SPENCER

III

ESSAIS SCIENTIFIQUES

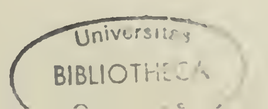
SUIVIS DE RÉPONSES AUX OBJECTIONS SUR *LES PREMIERS PRINCIPES*

TRADUITS DE L'ANGLAIS

PAR M. A. BURDEAU
Ancien élève de l'école normale supérieure,
Professeur agrégé de philosophie.

PARIS
LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1879



PRÉFACE DU TRADUCTEUR

Avec le présent volume se termine la traduction française des *Essays scientific, political and speculative* de M. Herbert Spencer. Cette traduction ne renferme pas tous les écrits que M. Spencer a mis sous le titre *Essays;* pourtant, si l'on considère que les morceaux exclus l'ont été de l'avis de l'auteur lui-même, soit parce qu'ils ont été traduits à part ou incorporés dans d'autres de ses écrits déjà mis en français, soit enfin parce qu'ils ne sont plus conformes à la pensée de M. Spencer, on peut dire que cette traduction est complète.

Pour bien lire un livre, il faut consentir à l'entendre comme l'auteur lui-même l'a entendu ; sinon, vous êtes aussi loin de lire, que la plupart des hommes sont loin, dans la discussion, d'écouter leurs interlocuteurs ; vous ne sortez pas de vous-même, vous vous fortifiez plutôt dans

votre isolement intellectuel. Or précisément, les *Essais scientifiques* ont un sens qu'on a peine à bien saisir, si l'on ne rattache ce livre au système de l'auteur. Les étudier en vue de ce peu de science qu'ils peuvent nous apprendre, ce serait vouloir n'en tirer qu'un bien humble profit. L'auteur, ici, ne se donne point pour un savant : il n'est pas homme de laboratoire ni d'observatoire. Il est plus éloigné encore du métier de « vulgarisateur », et ses ouvrages sont bons à autre chose qu'à fournir aux savants de fantaisie et aux faiseurs de systèmes des théories scientifiques préparées à leur usage, c'est-à-dire dépouillées de leur précision, de tout cet entourage de preuves, qui en interdisaient l'approche et le maniement aux esprits frivoles. Et pourtant, ces Essais méritent leur titre : c'est vraiment de questions scientifiques, et même très-spéciales, qu'il s'y agit.

C'est qu'en effet M. Spencer a une façon à lui propre d'entendre les rapports de la science avec la philosophie. Comme la philosophie, à ses yeux, a pour tâche de réduire à l'unité, en chaque temps, les acquisitions de la science, elle doit, d'une part, découvrir dans l'esprit humain les principes premiers de toute connaissance, montrer dans les théories les plus générales des sciences de simples applications de ces principes mêmes ; elle doit aussi, dans les questions où la science n'a réussi encore qu'à ramasser des faits, lui remettre devant les yeux les principes premiers,

ceux qui doivent servir de guides au chercheur d'hypothèses, car une hypothèse n'a d'avenir que dans la mesure où elle s'inspire de ces lois suprêmes.

C'est surtout à cette seconde partie de son œuvre que M. Spencer s'attache, dans les *Essais scientifiques ;* et comme les principes premiers, d'après lui, se ramènent tous à la loi de la persistance de la force, comme toute science, dans son système, devient une application de la mécanique, son but principal ici paraît être de montrer au savant ce que peut la foi à l'universalité du mécanisme. L'essai intitulé : *Qu'est-ce que l'électricité?* est un modèle de ce genre d'investigations : là, la science s'étant arrêtée à des hypothèses artificielles, et reconnues pour telles, le philosophe intervient, lui fait voir dans les théories de la mécanique moléculaire le vrai point de départ d'une explication meilleure, ébauche même cette explication, et enfin, abandonnant cette ébauche à la critique, ne réclame d'autre gloire que d'avoir remis en honneur les seuls principes féconds. Ainsi faisait Descartes lorsque, dans ses *Principes*, il ouvrait à la physique sa véritable voie ; lorsque, dans ses traités de l'*Homme*, du *Fœtus*, etc., il enseignait à la physiologie une vérité essentielle, et qu'elle devait mettre deux cents ans à bien comprendre : l'identité profonde de tous les phénomènes, et l'universelle souveraineté de la mécanique, qui gouverne les mouvements les plus secrets des corps vivants comme ceux des corps cé-

lestes. Descartes, certes, a pour lui ceci : d'avoir le premier entendu clairement ces principes, à une époque où (l'hydrostatique peut-être exceptée) pas une des théories de la physique mathématique n'avait encore eu le temps de s'établir. Mais, si différentes que soient les difficultés et l'ampleur des deux entreprises, le dessein de notre auteur est pourtant tout semblable : lui aussi veut que la philosophie, inventrice et gardienne des principes de la connaissance, dirige les sciences, leur trace d'avance leurs routes, prépare, prophétise, leur réunion naturelle en un seul corps. Et c'est ainsi que ces *Essais scientifiques* sont en même temps, au sens de notre auteur, des essais philosophiques.

M. Spencer n'a pas à craindre, ce semble, que son appel à l'union entre la philosophie et la science reste inutile, même en France. Bien au contraire, nous voyons que de grands efforts se font ici pour rétablir des relations, assez peu étroites naguère. Tout ce travail ne va pas, à vrai dire, sans confusion. Peut-être verra-t-on, peut-être a-t-on vu, quelques apprentis philosophes, fâchés de s'entendre appeler littérateurs (car ce mot, comme tous les mots, peut devenir une injure, dans la bouche de qui ne le comprend pas), impatients d'être traités d'égaux parmi les savants, se jeter sans préparation suffisante, sans méthode assez définie, dans l'étude des sciences, et surtout des plus faciles en apparence, c'est-à-dire de celles qui sont encore le

moins des sciences; parfois même, pour hâter encore leur besogne, puiser leur savoir aux sources les moins pures, chez les faiseurs de systèmes : moyen le plus sûr du monde pour ignorer en sécurité, solidement et à jamais, la science véritable; croire enfin qu'à ce prix ils ont acquis le droit de parler auprès des philosophes au nom de la science, et au nom de la philosophie chez les savants. Peut-être d'autres, plus prudents, étonnés de voir qu'on puisse à si bon marché passer savant et même encyclopédiste, inquiets pour la philosophie, pour sa bonne réputation auprès des vrais hommes de science, de ces prétentions extrêmes, se découragent-ils déjà, sont près de déclarer la tentative manquée, d'y renoncer. — Mais ce sont là les difficultés ordinaires que toute idée rencontre à sa naissance, et à chacune de ses renaissances, car ces enfantements aussi sont laborieux.

Toutefois, de là, faut-il aller jusqu'à conclure avec M. Spencer que la philosophie ait pour fonction, et même pour unique fonction, de construire en chaque époque une encyclopédie des sciences, un système provisoire de l'univers? qu'elle ne puisse avoir avec les sciences un autre rapport? et qu'enfin on ne puisse favoriser l'établissement d'un commerce plus étroit entre les sciences et la philosophie, sans préparer, sans proclamer déjà, et par là même, le triomphe de cette thèse, chère aux positivistes? Non, et ce mouvement, auquel nous assistons aujourd'hui, peut

avoir aussi d'autres causes. Il est permis de souhaiter aux philosophes de devenir plus savants, et aux savants de devenir plus philosophes, tout en respectant l'indépendance, l'autonomie des uns et des autres. Ils y ont en effet un droit égal.

La science a raison, quand elle reçoit chez elle des étrangers, de les y admettre à titre d'hôtes, sans leur donner dès l'abord droit de cité. Certes, tout homme de sens, bien qu'il ne soit pas du métier, a droit, en telle question qu'il lui a plu d'étudier, un jour, soit dans les livres, soit autrement, mais à la suite enfin des hommes compétents, de risquer, de proposer des hypothèses, des avis ; et, si les savants sont sages, ils les recevront, comme venant d'un homme moins habile sans doute, mais aussi plus libre parfois de préjugés. Son droit s'arrête là. — D'ailleurs, si la science veut rester maîtresse chez elle, la philosophie, non moins impérieusement, veut qu'on lui reconnaisse une existence propre. N'y a-t-il donc de philosophes que les constructeurs d'encyclopédies ? Oublie-t-on Socrate ? La science a des raisons peut-être de se plaindre de lui, parce qu'il a détourné les esprits de l'étude du monde physique, vers la morale (c'est l'opinion de Lange, dans son *Histoire du matérialisme*) ; mais la philosophie, d'autant plus, lui doit sa reconnaissance, si à ce prix il lui a révélé à elle-même son essence propre et lui a assuré son domaine. Et, à la suite de Socrate,

songe-t-on à combien de philosophes, du même coup, on refuserait ce titre, dont ils se sont crus dignes et que tous jusqu'ici leur ont concédé? Or, dans la cité des philosophes, pas plus qu'en aucune cité bien ordonnée, il n'est permis à un particulier d'en bannir, d'en excommunier un autre. Mais laissons l'histoire. Quelle dignité reste-t-il au philosophe, une fois réduit au rôle de conseiller-amateur des savants en général, d'autant plus sûr d'être mal écouté partout, qu'il va colportant ses avis auprès de tous, ne prenant racine nulle part? Car encore un coup, pour ce qui est de régenter les sciences, d'en prédire les résultats futurs et de rédiger à l'avance l'encyclopédie de l'avenir, comment le pourrait-il sans dépasser les conclusions dernières des savants, à l'aide de quelque procédé inconnu d'eux? Et ce procédé, quel peut-il être, sinon celui de tous les hommes à systèmes, une sorte d'imagination bâtarde et désordonnée, qui ne poursuit plus décidément ou le vrai ou le beau, qui ne connaît plus les lois de l'investigation scientifique ni les règles de l'esthétique, et, ne sachant si elle fait une hypothèse ou un poème, ne fait ni l'un ni l'autre, mais produit un monstre?

La philosophie donc ne peut vivre avec sûreté ni en se séparant avec la science, ni en confondant ses desseins avec ceux de la science. Jamais, ou presque jamais, jusqu'à ce siècle, un philosophe de mérite n'était apparu, qui ne fût, selon son temps, un savant; et si les philosophes,

en notre pays, un moment, ont quelque peu déserté les études scientifiques, il ne paraît pas que l'expérience leur ait beaucoup réussi, puisqu'on les voit y revenir d'autant plus avidement. Mais, d'autre part, il s'en faut que tout, dans la science, intéresse également le philosophe : les discussions de détail le touchent moins[1] ; ce à quoi il s'attache, ce sont les grandes théories, où se voit plus à plein l'effort heureux d'un esprit que guide la croyance aux lois naturelles, le sens du mécanisme universel. Ce qu'il y cherche, c'est justement ce sens-là, qui est l'âme de toute science.

Mais, précisément parce qu'il est l'âme de toute science, il ne peut être l'âme de la philosophie. Le philosophe, donc, a besoin assurément d'être pénétré de l'esprit scientifique ; et c'est pourquoi il lui faut aller à l'école auprès des savants, surtout de ceux qui conservent dans sa plus grande pureté l'esprit scientifique : οὐδεὶς ἀγεωμέτρητος εἰσίτω, disait déjà Platon ; aussi est-ce dans les mathématiques, et plus encore dans ces parties des sciences qui ont été, grâce à la mécanique, converties en autant de mathématiques appliquées, qu'il apprendra l'esprit, les principes vrais de toute science. Toutefois, puisque la philosophie n'existe que dans la mesure même où elle se propose un but à elle

1. Si ce n'est quand il veut étudier la formation des vérités scientifiques, leur établissement progressif ; mais alors, c'est encore l'esprit scientifique qui l'intéresse dans ces débats : il considère la *forme*, non la *matière*, de la discussion.

propre, différent du but de la science, il faut bien qu'elle ait à faire de ces principes un usage nouveau ; qu'au lieu d'y être soumise et d'en faire l'application elle ait son centre en dehors d'eux et les considère comme d'un point de vue extérieur. Or quel peut être ce point de vue? En dehors de la science, il n'y a au monde pour l'homme qu'une chose : l'action. Comprendre, agir, voilà pour nous les deux seules relations possibles avec les choses. Contemplation, vie pratique : deux attitudes que nous prenons alternativement ; il n'y en a pas d'autres. Or, si la science a ses principes, qui paraissent se ramener tous à la doctrine du déterminisme, la vie pratique aussi a le sien. Ce principe, en vertu duquel nous faisons tout ce que nous faisons et qui seul nous détermine, même à étudier l'univers et à créer la science, peut bien varier d'homme à homme : il est ce qui constitue notre caractère à chacun, et quoi de plus divers que les caractères ? N'importe! en chacun de nous, il existe; il est notre notion propre du souverain bien : pour les uns, c'est le bonheur ; pour d'autres, la liberté ; et peut-être il est capable de prendre bien d'autres aspects encore ; mais assurément il n'est aucun homme chez qui il n'apparaisse. — Eh bien! si vraiment il doit y avoir une philosophie, si elle doit avoir une vie propre, et si pourtant elle ne peut ignorer les principes de la science ni manquer de s'en occuper en quelque façon, n'est-il pas à croire que son rôle est de chercher le rapport de ces deux

principes, celui de la science et celui de l'action, soit pour les concilier, soit pour subordonner l'un à l'autre? Kant l'entendait ainsi, quand il proposait à la philosophie, comme objet capital, ce problème : de concilier la liberté humaine avec le déterminisme universel; et M. Spencer n'en tombe-t-il pas d'accord, bien qu'indirectement, lorsqu'il couronne son système de l'univers par des écrits de politique et de morale?

S'il en est ainsi, il se peut bien que notre auteur n'amène pas tous les esprits à concevoir à sa façon les rapports de la philosophie avec les sciences. Mais on lui accordera un point auquel sans doute il tient plus encore, et qu'il faut retenir surtout, car, en somme, c'est sur les points où nous nous accordons que nous avons encore le plus de chances d'avoir raison; c'est dans la vérité surtout que les esprits se rencontrent et s'unissent vraiment. Ce point important, c'est que la philosophie, entendez-la d'ailleurs d'une ou d'autre manière, ne peut vivre sans un commerce étroit avec les sciences. Aussi, quand bien même le présent volume n'apprendrait pas aux philosophes qui veulent s'initier à la science sans cesser d'être, même en ces études-là, des philosophes, la direction vraie à donner à leurs travaux, et l'esprit dont ils doivent s'inspirer alors, du moins il leur apprendra, par un exemple éloquent, ce qu'il faut avoir fait de science, et avec quelles précisions, avant d'oser croire qu'on s'y entend. Sévère leçon pour ceux qui trop

tôt se targueraient d'un savoir acquis à peu de frais. Leçon réconfortante pour ceux qui déjà désespèrent des résultats d'une alliance, quand à peine elle est ébauchée, rêvée.

A. B.

I

L'HYPOTHÈSE DU DÉVELOPPEMENT

(*The Leader*, janvier 1852-mai 1854.)

Hypothèse de l'évolution, et hypothèse des créations spéciales. — Injustes dédains des partisans de celle-ci pour celle-là. — Comparaison :

Dix millions de créations spéciales. — Impossibilité de *concevoir* l'opération dite création ; à plus forte raison, de *constater* dans la nature rien qui y ressemble.

Au contraire, la modification lente des espèces est un fait quotidien : loi de l'habitude. — Puissance des modifications lentes. — Exemple théorique : le cercle et l'hyperbole. — Exemples naturels de passage du simple au complexe : la graine et l'arbre, l'œuf humain et l'homme. — Toutes les graines, tous les œufs, dans leur état premier, se ressemblent. — Généralisation.

Origine de la croyance aux créations spéciales : le mythe Mosaïque.

(TR.)

Dans une discussion sur l'hypothèse du développement universel, qui m'a été racontée par un ami, l'un des interlocuteurs se servit, paraît-il, d'un argument que voici : dans les limites de notre expérience, nous n'avons pas d'exemple d'un fait tel qu'une transmutation d'espèce ; donc, en bonne philosophie, on ne peut admettre dans aucun cas une transmutation d'espèce. Si je m'étais trouvé là, sans m'arrêter à élever contre sa thèse les critiques qu'elle appelle, j'aurais, il me semble, répliqué que, dans les limites de notre expérience, nous n'avons pas d'exemple d'une *création* d'espèce, et qu'à son compte, en bonne philosophie, on ne peut admettre aucune création d'espèce.

Certaines personnes repoussent d'un air cavalier la théorie de l'évolution, parce que les faits à l'appui ne sont pas suffisants : c'est trop oublier qu'à l'appui de leur théorie à elles, il n'y a pas un seul fait. Comme la plupart de ceux qui sont attachés à un article de foi, elles exigent de toute croyance opposée les démonstrations les plus rigoureuses ; mais pour la

leur, selon elles, elle peut s'en passer. Nous voyons, répandus à la surface du globe, un grand nombre de types divers de végétaux et d'animaux : 320,000 espèces de la première catégorie, environ, selon Humboldt, et 2 millions d'espèces de la seconde (voir Carpenter) ; ajoutez-y les espèces d'animaux et de plantes aujourd'hui éteintes, et vous pouvez hardiment porter le chiffre des espèces qui ont vécu ou vivent sur la terre à *dix millions* au moins. Eh bien ! quelle est, sur l'origine de ces dix millions d'espèces, la théorie la plus raisonnable ? Y a-t-il plus de vraisemblance à admettre dix millions de créations spéciales ? ou bien à croire que par des changements continus, dus eux-mêmes à la mutabilité des circonstances, il s'est produit dix millions de variétés, de même qu'on en voit maintenant encore se produire de nouvelles?

Bien des gens assurément répondent qu'ils ont moins de peine à concevoir dix millions de créations spéciales, que de concevoir dix millions de variétés se formant par l'effet de changements successifs. Mais, en y réfléchissant, ils pourront voir qu'ils sont en cela sujets à une illusion. C'est ici l'un de ces cas nombreux où l'on ne croit pas réellement, mais où *l'on croit que l'on croit*. En fait, ils ne peuvent pas concevoir dix millions de créations ; mais *ils se figurent de le pouvoir*. A y regarder de près, ils s'apercevront qu'ils ne se sont jamais représentés nettement la création même d'une seule espèce. S'ils se sont fait de cette opération une idée déterminée, qu'ils nous disent donc comment une espèce est formée et comment elle fait son entrée dans le monde. Est-ce qu'elle tombe des nues ? ou bien faut-il croire qu'elle sort avec effort du sein de la

terre? Ses membres et ses viscères accourent-ils s'unir de tous les points du compas? ou bien nous rendrons-nous au vieux dogme hébreu, que Dieu prend de l'argile et pétrit une nouvelle créature? Il nous diront qu'aucun de ces procédés n'est le vrai, que ce sont là des absurdités vraiment trop incroyables. — Mais alors, dites-nous, s'il vous plaît, quel est le procédé par lequel une créature nouvelle *peut* être produite; dites-nous un procédé qui ne soit pas absurde. — Mais de déterminer un pareil procédé, c'est ce qu'ils n'ont jamais pu, ni ne pourront jamais.

Les fidèles de la théorie des créations spéciales trouveront peut-être que c'est beaucoup exiger de leur demander une description de l'évènement lui-même : eh bien! n'en demandent-ils pas beaucoup plus long aux défenseurs de l'hypothèse du développement naturel? Que leur demande-t-on? Uniquement d'indiquer un procédé de création qui soit *concevable*. Mais eux ne demandent pas seulement qu'on leur indique un procédé *concevable*; ils veulent le procédé *réel*. Ils ne disent pas : Montrez-nous que la chose est possible. Il disent : Montrez-nous qu'elle a eu lieu. La question que nous avons faite est donc bien loin d'être déraisonnable; nous aurions même raison de demander plus qu'un procédé *possible* de création spéciale, à savoir un procédé *constaté*, et en cela nous ne serions pas plus exigeants que nos adversaires.

Et par là on peut voir combien la nouvelle doctrine se défend mieux que l'ancienne. Quand les partisans de l'hypothèse du développement naturel se borneraient à nous rendre concevable l'origine des espèces par la voie des changements, ils

auraient déjà l'avantage sur leurs contradicteurs. Mais ils peuvent aller bien plus loin. Ils peuvent faire voir que la méthode des changements lents a produit, et produit encore, des variations notables dans tout organisme soumis à des influences capables de le modifier. Assurément, faute de pouvoir réunir des faits en suffisance, ils ne réussissent pas à suivre toutes les phases qu'a traversées une des espèces existantes pour arriver à sa forme actuelle, ni à déterminer les causes de ses modifications successives ; mais ce qu'ils peuvent faire voir, c'est que toute espèce existante, animale ou végétale, si le milieu vient à changer, *se met sur-le-champ à modifier sa structure, de façon à s'accommoder à ses nouvelles conditions d'existence*. Ce qu'ils peuvent faire voir, c'est que dans le cours des générations, ces modifications se poursuivent, jusqu'à ce qu'enfin les nouvelles conditions d'existence deviennent pour l'individu les conditions naturelles. C'est encore que les plantes cultivées, les animaux domestiques et les différentes races humaines offrent des altérations toutes semblables. C'est aussi que les différences ainsi produites sont souvent (chez les chiens par exemple) bien plus fortes que celles dont on se contente dans d'autres cas pour y fonder des distinctions d'espèces. C'est qu'il y a matière à discussion pour savoir si telles de ces formes modifiées sont des variétés ou des espèces séparées. C'est que les changements dont nous sommes chaque jour les sujets : la facilité qu'engendre la répétition d'un acte, et la décroissance de l'aptitude, qui suit la désaccoutumance ; le développement des passions auxquelles on cède ordinairement, et l'affaiblissement de celles qu'on refrène avec cons-

tance; la proportion qui se conserve entre l'énergie d'une faculté, physique, morale ou intellectuelle, et l'exercice qu'on lui impose; tous ces faits s'expliquent par le même principe. En somme, ce qu'ils peuvent faire voir, c'est que dans le monde vivant tout entier s'exerce *aujourd'hui* une influence modificatrice analogue à celle où ils voient la cause des différences entre les espèces : influence lente à agir, mais qui, avec le temps et quand les circonstances l'exigent, produit des changements notables; influence capable, semble-t-il, dans le cours des millions d'années, au milieu de circonstances aussi variées que celles dont nous retrouvons les traces géologiques, de produire tous les changements possibles.

Eh bien! des deux hypothèses, quelle est la plus raisonnable? celle des créations spéciales, qui ne s'appuie pas sur un seul fait, qui même ne peut se concevoir nettement; ou bien celle du changement lent, qui se conçoit avec précision, et qui de plus est conforme aux lois de l'habitude dans tous les organismes existants?

Il ne faut qu'une série de modifications pour qu'un protozoaire devienne un mammifère : voilà une idée qui pourra sembler grotesque à ceux qui ne sont pas familiers avec la zoologie et qui n'ont jamais vu combien la parenté des formes les plus simples avec les plus complexes devient évidente, quand on interpose les formes moyennes. Ils voient plutôt les choses sous l'aspect statique que dynamique; aussi ne se représentent-ils pas bien qu'avec un changement croissant petit à petit il n'est pas de transformation qu'on ne puisse produire. Quand ils voient homme fort celui qu'ils ont vu enfant, ils ne le

reconnaissent qu'avec surprise ; que le changement soit plus grand encore, leur surprise sera de l'incrédulité. Et pourtant, les exemples ne manquent pas pour nous enseigner comment, par des degrés insensibles, on peut traverser les formes les plus diverses. Dernièrement, je discutais ce sujet avec un savant professeur ; je me servis de l'exemple suivant : — Vous admettez qu'il n'y a pas de relation apparente entre le cercle et l'hyperbole. L'un est une courbe finie ; l'autre, infinie. L'un est identique en toutes ses parties; l'autre n'en a pas deux identiques. L'un enclôt un espace ; l'autre, prolongée sans fin, ne se fermera jamais. Pourtant ces courbes ont beau être aussi opposées dans toutes leurs propriétés, elles peuvent être reliées par une série de courbes intermédiaires, dont pas une ne diffère sensiblement des précédentes. La section d'un cône par un plan perpendiculaire à l'axe donne un cercle. Si le plan, au lieu d'être perpendiculaire à la rigueur, fait avec l'axe un angle de 89° 59′, on a une ellipse, mais telle que nul œil humain, même aidé du compas le plus juste, ne la distinguera d'un cercle. Faites décroître l'angle minute par minute, l'ellipse devient excentrique d'abord sensiblement, puis très-visiblement ; peu à peu, elle s'allonge au point que sa ressemblance avec le cercle devient méconnaissable. Poursuivez : l'ellipse devient insensiblement une parabole, et enfin, si l'angle continue à décroître, une hyperbole. Ainsi voilà quatre espèces différentes de courbes : le cercle, l'ellipse, la parabole et l'hyperbole, dont chacune a ses propriétés et son équation à elle, dont la première et la dernière sont de natures entièrement opposées, et qui se relient comme membres d'une

série dont tous les anneaux s'engendrent par un procédé uniforme de modification insensible.

Mais on s'étonne bien plus de l'aveuglement qu'il faut pour traiter d'absurde la théorie qui fait sortir, par voie de modifications successives, les formes organiques complexes des simples, quand on songe que la production de formes organiques par ce procédé même est un fait quotidien. Entre un arbre et une graine, la différence est grande, pour le volume, la structure, la couleur, la forme, la densité, la composition chimique : si grande, qu'on ne saurait découvrir entre eux la moindre ressemblance. Toutefois, il faut simplement quelques années pour que l'une se change en l'autre : et le changement est si bien ménagé, qu'il n'y a pas un moment précis où l'on puisse dire : Maintenant la graine cesse d'être, et l'arbre existe. Quel contraste plus frappant qu'entre un nouveau-né et ce petit globule, demi-transparent, gélatineux, qui est l'œuf humain? La structure d'un enfant est si complexe, que la seule description de ses parties constitutives est une vraie encyclopédie. La vésicule germinale est si simple, que sa définition tient dans une ligne. Eh bien! il ne faut que peu de mois pour que l'un sorte de l'autre, et, cette fois encore, par une suite de modifications si faibles, que l'observation même au microscope, et répétée de minute en minute, ne parviendrait qu'avec peine à y saisir des changements sensibles. Des gens sans instruction, ou mal instruits, peuvent bien ne voir qu'une plaisanterie dans l'hypothèse que toutes les races des êtres, l'homme compris, peuvent être sorties, par le progrès des temps, de la plus simple monade: il n'y a pas de quoi nous en étonner. Mais un physiologiste, qui

sait que tel est le procédé de développement de tout être vivant; qui sait en outre que, dans leur premier état, les germes de toutes les plantes et de tous les animaux sont semblables, au point « qu'on ne saurait découvrir une seule distinction suffisante pour dire d'une molécule donnée : Voilà le germe d'une conferve ou celui d'un chêne, celui d'un zoophyte ou celui d'un homme [1], » qu'un physiologiste fasse des difficultés sur ce point, c'est ce qu'on ne saurait excuser. Certes, si une cellule isolée peut, sous de certaines influences, devenir en l'espace de vingt ans un homme, il n'est donc pas absurde de supposer que, sous certaines autres influences, une cellule peut, dans la suite des myriades de siècles, donner naissance à la race humaine. Les deux procédés sont identiques en genre; ils ne diffèrent que par la durée et la complexité.

En vérité, le rôle que beaucoup de savants jouent dans ce procès de « la loi contre le miracle, » nous offre un bon exemple de cette vérité : que les superstitions ont la vie dure. Demandez à un de nos principaux géologues ou physiologistes s'il croit au récit de la création par Moïse : il trouvera que votre question ressemble de bien près à une insulte. Ou bien il rejette entièrement cette histoire, ou bien il la prend dans quelque sens vague et peu naturel. Pourtant il y a une partie du récit qu'il adopte sans le savoir, et même dans le sens littéral. Car d'où a-t-il pris cette idée des « créations spéciales », qu'il juge si sage et qu'il défend avec tant de force? Evidemment, il ne pourrait lui trouver d'autre origine que ce mythe même, et il le répudie. La nature ne lui fournit pas un fait à l'appui

1. Carpenter.

de cette idée; il ne possède pas pour la démontrer une suite de raisonnements liés. Confessez-le; il faudra bien qu'il en vienne à avouer que cette idée est entrée dans son esprit avec un conte dont elle faisait partie et qui maintenant lui paraît absurde. Comment se fait-il qu'après avoir rejeté le reste de ce conte il défende si bravement ce dernier débris, comme si celui-là était garanti par quelque autorité sérieuse? C'est ce que lui-même serait bien embarrassé de dire.

II

L'ÉVOLUTION SELON M. MARTINEAU

I. Objections de M. Martineau à la théorie de l'évolution absolue :

1° Nécessité primitive d'une multiplicité de corps chimiques simples. — Réponse : la simplicité des corps dits simples est douteuse (opinion des chimistes) et même improbable (analyse spectrale, allotropie).

2° Il n'y a pas de passage naturel connu de l'état brut à la vie. — Réponse : notre ignorance ne prouve rien; d'ailleurs la distance des deux règnes va diminuant : fabrication des composés organiques par les chimistes ; l'isomérisme et ses effets physiologiques.

3° Pas de passage du règne végétal au règne animal. – Le progrès de la science consiste à détruire peu à peu toute démarcation entre ces deux règnes.

4° Objection sous-entendue : pas de passage de la vie animale à la vie de l'esprit. — Loi de continuité : transition de l'un à l'autre état dans la hiérarchie des êtres, dans le développement de l'individu.

5° Objections fondées sur la terminologie de la doctrine de l'évolution : la *concurrence*, la survivance des *meilleurs*, le mot *évolution.*

II. L'évolution d'après M. Martineau. — Elle est prévue et dirigée par une volonté et un esprit divins. — Le rapport de l'Esprit divin aux choses est celui même de la force mentale aux forces physiques en nous.

Difficultés de cette hypothèse. — La présence universelle d'un Esprit immanent ne peut être conçue comme cause de l'évolution. Cette proposition, en effet, ne peut être pensée; elle n'est qu'une *pseudo-idée :* un esprit est une série unilinéaire d'états de conscience successifs; le monde est fait d'un nombre infini de séries simultanées de phénomènes. — On est réduit à concevoir autant d'esprits que de phénomènes à produire : retour au fétichisme.

Humilité des partisans de l'évolution devant le problème du principe universel : ils y voient un mystère insoluble et rejettent la solution du matérialisme, comme toute autre. — Témérité impie de leurs adversaires les théologiens : ils croient avoir résolu le mystère.

(TR.)

L'article de M. Martineau, intitulé « la Place de l'esprit dans la nature et dans l'Intuition de l'homme » (*Revue contemporaine*, n° d'avril), m'a remis en tête un projet, auquel j'avais déjà songé, de répondre aux principales objections qui ont, de temps à autre, été soulevées contre les théories générales des *Premiers Principes*; si l'argumentation de M. Martineau n'est ouvertement dirigée contre aucune des thèses proposées ou impliquées dans cet ouvrage, elle ne porte pas moins indirectement contre elles. J'aurais cependant retardé encore l'exécution de mon projet, si je n'avais appris que les raisons de M. Martineau ont paru concluantes à quelques-uns, et qu'on a pris mon silence pour une impuissance de répondre. Ce m'est un motif de porter mon attention sur ces raisons, d'autant qu'il est possible, ce me semble, de répondre aux principales sans m'étendre outre mesure.

La première objection précise qu'élève M. Martineau est que l'hypothèse de l'évolution universelle ne saurait rendre compte des faits même de l'ordre le plus simple sans admettre des

substances diverses en grand nombre. Car, dit-il, s'il n'y avait qu'une espèce de matière, les changements chimiques ne seraient plus possibles ; et, « pour lancer le monde dans la voie des faits chimiques, il faut lui fournir un capital, lui accorder en suffisance des éléments constituants *hétérogènes*. Donc essayez de ce que peut un tel présent ; jetez dans le creuset, qui préexiste, toute la série des substances reconnues pour élémentaires, et laissez leurs affinités opérer. » Évidemment ce passage donne à entendre qu'avant toute évolution l'existence d'éléments créés séparément est indispensable.

Or, en cela, M. Martineau s'avance jusqu'à soutenir une thèse que peu de chimistes, pas un peut-être, n'oserait affirmer, et que beaucoup rejetteront nettement. Il n'y a pas de « substances reconnues pour élémentaires », si l'on entend par là des subtances que l'on saurait être élémentaires. Ce que les chimistes, pour la commodité du langage, appellent substances élémentaires, ce sont au fond des substances qu'ils n'ont pas encore réussi à décomposer ; mais ils se souviennent trop des leçons du passé, pour oser dire qu'elles sont absolument indécomposables. L'eau fut regardée pendant plus de deux mille ans comme un élément, puis il fut prouvé qu'elle était un composé. Jusqu'au jour où Davy les soumit à l'action d'un courant galvanique, les alcalis et les terres passèrent pour des éléments. Il s'en faut de beaucoup que les « substances reconnues pour élémentaires » soient regardées comme absolument simples : tellement, que c'est pour les chimistes le sujet de nombreuses spéculations, de déterminer le procédé de composition et recomposition par lequel elles se seraient formées de quelque substance dernière :

ainsi certains chimistes ont supposé que l'atome de l'hydrogène était l'unité composante, d'autres soutenant au contraire qu'on ne saurait interpréter de la sorte les poids atomiques des corps dits simples. S'il m'en souvient bien, sir John Herschell entre autres donna, il y a quelque vingt-cinq ans, des indications sur un système de combinaison qui expliquerait ce rapport des poids atomiques entre eux.

Ce qui alors n'était que soupçonné est aujourd'hui devenu, en pratique, certain. Les résultats de l'analyse spectrale excluent totalement l'hypothèse que les corps dits par convention simples puissent être réellement simples. Chacun d'eux donne un spectre avec des raies au nombre de deux à quatre-vingts et plus : chacune de ces raies suppose que certaines ondulations éthérées d'un certain ordre sont interceptées par quelque chose qui vibre à leur unisson ou en harmonie avec elles. Si le fer était absolument simple, on ne concevrait pas que son atome pût intercepter des ondulations éthérées de quatre-vingts ordres différents : certes il ne s'ensuit pas que sa molécule contienne autant d'éléments divers qu'il y a de raies dans son spectre; mais du moins cette molécule est complexe. Cette indication générale est encore confirmée et éclaircie par l'observation de l'azote : le spectre de l'azote a deux séries indépendantes de raies, et offre l'une des séries ou l'autre, selon la température où se fait l'observation. D'où cette conclusion que les prétendus corps simples se forment par la combinaison répétée de certaines unités primordiales, de même que par les combinaisons répétées des corps dits simples se forment les oxydes, les acides et les sels.

Cette hypothèse s'accorde bien d'ailleurs avec les faits d'allotropie. Plusieurs corps, de ceux qu'on nomme simples par convention, peuvent prendre diverses formes, sous chacune desquelles ils présentent des propriétés entièrement à part. Le corps semi-transparent, incolore, très-actif, qu'on nomme communément phosphore, peut changer au point de devenir opaque, rouge sombre et inerte. Des changements analogues se produisent pour des corps gazeux, non métalliques, tels que l'oxygène, et aussi pour certains métaux, comme l'antimoine. Ces transformations totales, dans les propriétés d'un corps, se produisent sans aucune intervention qu'on puisse appeler chimique; elles ne s'expliquent que par des arrangements moléculaires nouveaux; or, si des différences peuvent être produites dans les propriétés d'un corps par une différence dans l'arrangement des molécules, c'est donc bien, encore une fois, que les propriétés des divers éléments résultent des divers arrangements dus aux combinaisons répétées de certaines unités dernières, homogènes entre elles.

Ainsi l'objection de M. Martineau, non-seulement transforme notre ignorance de la nature des éléments en une affirmation pure de la simplicité des corps dits élémentaires, ce qui serait son moindre défaut : en fait, elle est combattue par deux séries d'arguments d'où résulte avec évidence la complexité des corps dits simples.

M. Martineau dit ensuite que la théorie générale de l'évolution trouve sur sa route un obstacle infranchissable : c'est l'abîme qui sépare la vie de ce qui ne vit pas. Voici ses

termes : « Prenez des données aussi riches qu'il vous plaira, arrangez-les à votre guise, au bout de chacun des passages que vous explorez, vous trouvez toujours fermée devant vous la *porte de la vie.* » Ainsi, pour la seconde fois, notre ignorance devient ici une connaissance positive; nous ignorons comment s'est opéré un certain passage dont il est question dans la théorie : on en conclut qu'un tel passage ne s'est point opéré. Nous retrouvons là, sous une forme plus générale, l'argument, qui jusqu'à ces derniers temps passa pour solide, que, la genèse de chaque espèce d'êtres n'ayant point été expliquée, il fallait bien que chaque espèce eût été créée à part.

Je m'en tiens sur ce point à cette indication. Et, pour poursuivre, je constate que les découvertes de la science, de jour en jour, rétrécissent l'abîme, ou, pour user de la métaphore de M. Martineau, « ouvrent la porte. » Il y a peu d'années, on tenait encore pour certain que les composés chimiques dits organiques ne pouvaient être produits artificiellement. Aujourd'hui, on en produit artificiellement plus de mille. Les chimistes ont trouvé le moyen de les former, en partant des plus simples jusqu'à de plus complexes, et ils ne doutent pas qu'ils ne doivent un jour arriver aux plus compliqués. De plus, les faits qui se rattachent aux changements isomériques nous donnent des lumières sur les mouvements par lesquels seuls se manifeste à nous la vie sous ses plus humbles formes. En différents colloïdes, comme les albuminoïdes, le changement isomérique est accompagné d'une contraction ou d'une expansion, donc d'un mouvement; et dans certains types primitifs,

tels que le *protogène* de Hæckel, qui pour l'aspect ne diffèrent point de petits fragments d'albumine, les mouvements qu'on y observe peuvent se comprendre comme l'effet de changements isomériques, dus à des variations dans les influences physiques environnantes. Cette explication semblera probable si l'on se rappelle l'exemple fourni par les organismes plus élevés, où beaucoup de fonctions ont pour cause essentielle des changements isomériques, par lesquels la protéine passe de l'un à l'autre des nombreux états dont elle est capable.

Ainsi donc, à cette objection, nous répliquerons : d'abord que des deux côtés à la fois l'abîme qui semblait infranchissable va se comblant rapidement; ensuite, quand il ne serait pas en train de se combler, que nous ne serions pas plus sages de supposer à la vie un commencement surnaturel, que ne le fut Kepler d'imaginer pour chaque planète un esprit directeur chargé de la retenir dans son orbite, parce qu'il ne voyait pas d'autre moyen de l'y retenir.

La troisième des objections précises de M. Martineau est voisine de la précédente. L'hypothèse de l'évolution rencontre, d'après lui, une difficulté insurmontable : c'est la distinction absolue qui s'élève entre le règne animal et le règne végétal. « Vous ne pouvez, dit-il, avancer d'un seul pas dès qu'il s'agit de déduire de vos principes la sensation et la pensée : ni les plantes de l'ordre le plus élevée (les exogènes) ne se dépassent elles-mêmes jusqu'à atteindre la vie animale; ni, au plus bas degré du monde animal, de quelque façon que vous classiez les éponges auprès des herbes marines, vous ne nous ferez

croire que les sporules d'un de ces genres puissent donner des individus de l'autre. »

On ne saurait avoir la main plus malheureuse que M. Martineau. Assurément, sur ces points que M. Martineau indique, on ne saurait trouver une transition entre les deux règnes, et d'ailleurs pas un naturaliste n'irait la chercher là : mais la liaison entre les deux grandes divisions de la nature vivante n'en est pas moins assez étroite pour qu'il soit impossible aujourd'hui de tracer la démarcation. Longtemps les naturalistes ont cherché des définitions capables, l'une d'envelopper toutes les plantes et d'exclure tous les animaux, l'autre d'envelopper tous les animaux et d'exclure toutes les plantes. Ils y ont échoué à tant de reprises, qu'ils y ont renoncé. Il n'y a pas de distinction chimique solide; il n'y a pas de distinction anatomique solide, pas de distinction physiologique solide, pas de distinction solide fondée sur le mode d'existence. Parmi les animaux simples, de nombreuses espèces contiennent de la chlorophylle et décomposent l'acide carbonique sous l'action de la lumière, comme les plantes. Parmi les végétaux simples, de nombreuses espèces, telles que les diatomacées de la moindre mare d'eau stagnante, ne se meuvent pas avec moins de vivacité que les petits êtres, leurs voisins, qu'on nomme animaux; bien plus, parmi les espèces les plus humbles des vivants, il n'est pas rare qu'un être vive tantôt d'une vie surtout végétale, tantôt surtout animale. Le nom seul de *zoospores*, qu'on donne aux germes des *algues*, leur vient de ce que d'abord ils nagent çà et là avec vivacité, à l'aide de leurs cils, puis se fixent, et grandissant prennent une forme

végétale; et ce nom a pour objet de rappeler leur double nature. Ces deux natures sont si bien fondues en eux que jadis beaucoup de naturalistes voulaient créer pour ces types inférieurs un sous-règne intermédiaire entre l'animal et le végétal : et ce qui les a découragés, c'est que la même difficulté se représente quand il s'agit de déterminer la limite entre ce sous-règne et les deux voisins, quel que soit le point choisi à cet effet.

Ainsi la supposition d'où part M. Martineau est juste l'opposé de ce que croient la plupart des naturalistes.

Il est encore une quatrième critique, parente des autres, qui n'est pas exprimée ouvertement, mais qui me semble enveloppée dans l'écrit de M. Martineau : c'est que, de la vie à l'esprit sous sa forme la plus simple, il n'y a pas de transition. M. Martineau dit, il est vrai, « qu'avec les seules ressources du pur vivant, telles que les offre le végétal, l'esprit ne peut commencer d'être; » et ainsi il semble donner à entendre que les ressources que possède l'animal suffisent à expliquer « l'apparition de l'esprit ». Toutefois, il eût pu ne pas nous accorder ce sous-entendu et affirmer nettement qu'il y a une lacune entre l'esprit et la vie corporelle : il n'en avait certes pas moins de raisons que de conclure à une lacune entre la vie animale et la vie végétale. Or, s'il l'eût fait, les difficultés de sa thèse n'eussent pas été moins insurmontables qu'elles ne le sont déjà.

En effet, les formes très-humbles de l'irritabilité dans le règne animal, qui sont, je suppose, ce que M. Martineau veut

indiquer quand il parle du « commencement de la vie de l'esprit », ne se distinguent pas de l'irritabilité dans les plantes, et n'impliquent pas davantage la conscience. Si lorsqu'une feuille de sensitive se reploie à un simple attouchement, lorsque l'étamine d'un ciste sauvage s'étale sous une douce caresse, on ne veut voir là que des actions vitales d'espèce purement physique; il faut traiter de même les contractions non moins légères des tentacules d'un polype. Or, de ce mouvement simple d'un animal sans système nerveux, nous passons, par degrés insensibles, à travers des formes d'activité de plus en plus complexes, accompagnées des signes concomitants de sensibilité et d'intelligence, jusqu'aux plus hautes.

Mais, sans parler de cette preuve de la gradation ascendante continue qui part des *zoophytes*, si bien nommés, et traverse le règne animal, il suffit d'observer un individu pour voir qu'il n'y a ni saut ni lacune entre l'état d'où l'esprit semble absent et le moment où il apparaît. Le jaune d'un œuf, à l'instant où le cuisinier a cassé la coque, ne donne pas signe d'intelligence, et pas davantage de vie. Il ne répond pas à une excitation, ce dont beaucoup de plantes sont capables. Mais si cet œuf, au lieu d'avoir été cassé par le cuisinier, était demeuré sous la poule un certain temps, le jaune aurait, par une gradation infinitésimale, traversé une série de formes jusqu'à devenir poulet, et, par une gradation aussi infinitésimale, se seraient formées en lui ces fonctions dont le terme est d'abord la rupture de la coque par le poulet, et qui, à sa sortie, le mettent à même de courir, de distinguer sa nourriture, de la picorer, et, si on le blesse, de piauler. Quand la

sensation a-t-elle commencé en lui? et quand a-t-elle fait son apparition, cette faculté de percevoir qui se montre dans la conduite du poulet? On me dira que les actions du poulet sont presque tout automatiques; je pourrais répondre que, si elles le sont en grande partie, toutefois le poulet a évidemment de la sensibilité, donc de la conscience; mais j'aime mieux recevoir l'objection et proposer, à la place de cet exemple, celui de l'homme. Le développement, jusqu'à la naissance, est ici le même, en gros; et, à une certaine époque, il a aussi pour accompagnement des actions réflexes. A la naissance, l'enfant ne montre certes pas plus d'esprit que le poulet; il n'est pas capable de fuir le danger, de choisir et de saisir sa nourriture. Si nous disons que le poulet est sans intelligence, il faudra certes dire que l'enfant est sans intelligence. Or de cet état de l'enfant sans intelligence, jusqu'à l'état de l'adulte intelligent, le progrès se fait à si petits pas, qu'à chaque jour la dose d'intelligence de l'individu ne diffère pas sensiblement de celle des jours précédents et suivants.

Ainsi le sous-entendu de M. Martineau, qu'il y ait ici un saut, est une hypothèse non-seulement gratuite, mais en contradiction avec les faits les plus simples.

Sous certains des termes et des phrases dont je me suis servi, dans mon exposé de la doctrine de l'évolution, pour parler de l'origine des espèces, M. Martineau croit découvrir des idées cachées, qui justifieraient sa théorie, et il fonde là-dessus des commentaires : examinons-les.

Selon lui, la *concurrence* (*competition*) n'est pas « une force

primitive, capable de rien produire par elle-même ; » et ailleurs : « elle ne peut agir qu'en présence de quelque possibilité *d'un mieux et d'un pis;* » et cette « possibilité d'un mieux ou d'un pis » suppose « un monde arrangé d'avance en vue du progrès », « une volonté directrice poursuivant le bien ». Si M. Martineau avait considéré plus exactement le sujet, il aurait vu que les mots et les phrases qu'il cite sont à la vérité employés pour la commodité du discours, mais que les idées y associées ne sont point essentielles à la doctrine. Sous sa forme rigoureusement scientifique, la doctrine peut se traduire en termes purement physiques, et qui n'impliquent ni l'idée de concurrence ni celle du mieux ou du pire [1].

Cette méprise de mots cache une méprise sur les choses mêmes. M. Martineau parle de la « survivance des meilleurs », comme si c'était là vraiment la formule de la loi, et il ajoute que le résultat attribué à cette loi exige « cette supposition que *le meilleur* est aussi *le plus fort* ». Mais les termes dont il se sert n'appartiennent qu'à lui, et ne sont pas ceux de ses adversaires. La loi parle de la survivance des *plus capables*. Il est à croire qu'en substituant *les meilleurs* aux *plus capables*, M. Martineau ne pensait pas changer l'idée même, bien que, j'ose le dire, il ait senti que le mot *capable* ne faisait pas bien dans son raisonnement. S'il eût examiné les faits, il aurait vu que la loi n'exige pas la survivance des « meilleurs » ni des « plus forts, » aux sens ordinaires de ces deux mots. Il s'y agit de la survivance de ceux que leur constitution rend le plus capables de prospérer dans le milieu où ils sont placés; or

1. *Principes de biologie*, §§ 159-168.

bien souvent ce qui, humainement parlant, est une infériorité, est une cause de survivance. Toute supériorité, en grandeur, en force, en activité, en sagacité, est achetée, toutes choses égales d'ailleurs, aux dépens de la fécondité; et quand le genre de vie d'une espèce donnée n'exige point ces qualités d'élite, l'espèce a tout à gagner à ce que ces qualités diminuent et que par suite la fécondité s'accroisse. De là tant de cas de métamorphoses rétrogrades; de là l'origine des parasites tant extérieurs qu'intérieurs, qui bien souvent sont des formes dégradées de types plus nobles. L'expression « survivance des meilleurs » ne s'étend pas à ces cas ; le terme « sur vivance des plus aptes » les enveloppe. Or, souvenons-nous en, ces cas là sont les plus fréquents; il y a plus d'espèce de parasites que de tous les autres animaux pris ensemble; on voit donc que le mot « survivance des meilleurs » est tout à fait impropre et l'argument que M. Martineau fonde là-dessus absolument insoutenable. Peut-être si, au lieu de ces arrangements des organes de nos sens où M. Martineau découvre et proclame éloquemment les traces d'un plan, il eût décrit les combinaisons innombrables qui mettent les parasites à même de torturer des animaux infiniment supérieurs, et qui, à son compte ne sont pas des traces moins évidentes d'un plan, les points d'admiration par lesquels il termine ses descriptions ne lui auraient pas paru aussi nécessaires, à lui ou à ses lecteurs.

Il y a encore un mot dont M. Martineau a cherché le sens profond, pour en tirer un argument qu'il croit fort : c'est le mot même d'évolution. Il dit :

« Ce mot signifie : développement du dedans au dehors ; il est emprunté à l'histoire naturelle de la graine ou de l'embryon des êtres vivants. Or, qu'est-ce qu'une graine, sinon un trésor plein de faits à venir arrangés d'avance, où le futur se trouve contenu et *prévu,* et de plus prédéterminé par des fins encore à réaliser? »

Certes, cette critique aurait eu du sens si le mot évolution exprimait exactement la suite de faits qu'il sert à désigner. Si cette suite de faits, définie scientifiquement, impliquait la même idée qui se trouvait primitivement enveloppée dans le mot évolution, M. Martineau aurait raison dans son interprétation. Mais malheureusement pour lui, ce mot était déjà en usage avant que l'on comprît les faits dont il s'agit, et si on l'a gardé, c'est qu'on désespérait de le déposséder au profit d'un autre. D'ailleurs en l'adoptant, on a pris soin de mettre les lecteurs en garde contre les malentendus qui pouvaient en résulter. Voici un extrait du passage qui contient cet avertissement : « Le mot évolution a d'autres sens, dont plusieurs ne s'accordent pas avec le nôtre, ou même vont directement contre..... Le mot opposé, d'involution, exprimerait avec plus de vérité la nature du phénomène et même il mettrait mieux en lumière les caractères secondaires de ce phénomène dont nous allons traiter [1]. » Ainsi les idées que le mot évolution implique et qui, selon M. Martineau, détruisent notre hypothèse, ont été d'avance répudiées, comme étrangères à cette hypothèse.

Telles sont les principales objections soulevées par M. Martineau contre l'hypothèse de l'évolution, cette hypothèse que

1. *Premiers Principes,* 2e édit., § 97.

nous avons exposée sous une forme purement scientifique et qui est comme une suprême généralisation de la marche de tous les phénomènes, obtenue d'abord par l'observation, et en second lieu tirée de certains principes derniers, et telles sont mes réponses. Maintenant examinons l'évolution sous la forme qu'il propose, c'est-à-dire l'évolution dirigée par l'esprit et la volonté, arrangée d'avance par un agent divin, car M. Martineau paraît abandonner la théorie primitive de la création par le « Fiat d'une volonté toute-puissante » et celle de la création par voie de fabrication, c'est-à-dire par « une puissance qui combine et harmonise les éléments » ; il semble admettre l'évolution : seulement il exige comme antécédent « un Esprit principe de tout. » Cherchons d'abord quel rapport il peut y avoir, selon M. Martineau, entre « l'Esprit principe de tout » et l'univers qui se développe. D'après certains passages on peut conclure que pour lui « la présence de l'Esprit » en tous lieux est indispensable.

« Il est impossible, dit-il, de remonter avec la théorie de l'évolution jusqu'à la racine même du tout. Si toutes les forces doivent être conçues comme n'en faisant qu'une, le type de la force doit être la plus haute et la plus universelle de toutes; tel est l'Esprit, et il faut le concevoir comme se dépouillant à chaque degré de quelqu'une de ses qualités, jusqu'aux formes les plus humbles que puisse prendre le sujet d'une loi, jusqu'à l'état enfin qui est à la base des autres, de simple élément dynamique. »

Il n'y a pas, ce semble, à s'y tromper : M. Martineau déclare que, en toute évolution, l'Esprit est là toujours par derrière. Or, à la fin de son argumentation, il nous fait entrevoir une pensée tout autre.

« Si l'idée de Dieu, dit M. Martineau, ne doit pas disparaître sur le simple ordre de notre science spéculative, si elle conserve sa place, alors il est naturel de se demander : Quel rapport entretient-elle avec ce que nous appelons l'ensemble des forces de cet univers? Mais c'est là une question trop vaste et trop profonde pour qu'on y puisse répondre ici. Qu'il nous suffise d'en dire un mot : C'est que la volonté de Dieu n'a pas besoin d'exercer un *contrôle* sur ces forces, en sorte que le surnaturel viendrait troubler le naturel, ni de *suppléer* en rien à leur insuffisance, comme s'il était nécessaire que lui-mêmevînt à leur secours. Mais plutôt sa pensée est avec elles dans la même relation que, chez l'homme, la force mentale à l'égard des forces inférieures.

Il serait trop long de traiter toutes les questions si variées que ce dernier passage amène. Première question : D'où viennent ces « forces » dont il est parlé comme si elles étaient séparées de la « volonté de Dieu »? Ont-elles préexisté à celle-ci? alors d'où vient la puissance divine? Existent-elles par la volonté de Dieu? alors quelle nature singulière ont-elles donc, pour agir en dehors de cette volonté? Autre question : Comment ces forces déléguées font-elles pour agir d'ensemble dans chaque phénomène particulier, si la volonté qui doit les présider n'est pas là pour les diriger? Quand un organe se développe de façon à s'adapter à sa fonction, cela se fait par la coopération de ces forces en présence de l'Esprit et sous sa direction, ou bien en l'absence de l'Esprit : si c'est en l'absence de l'Esprit, voilà l'hypothèse à bas, et si l' « Esprit principe de tout » doit être présent au lieu et au moment dits, alors il faut croire que dans chaque organe spécial de chaque individu, à travers tout l'univers, veille une providence particulière. Autre problème encore : si

« sa pensée est avec elles (avec ces forces) dans le même rapport où est chez l'homme la force mentale à l'égard des forces inférieures, » alors comment peut-on considérer « sa pensée » comme la cause de l'évolution? Chez l'homme, le rapport de la force mentale à ses inférieures n'est pas celui du créateur à sa créature, ni celui d'un gouvernant à ses sujets, si ce n'est dans des limites restreintes : la plus grande partie des forces anatomiques et physiologiques présentes dans l'homme, échappent entièrement à la force mentale. Bien plus, il suffit de blesser un nerf pour voir que l'action de la force mentale sur les forces physiques dépend de conditions elles-mêmes physiques; et celui qui par méprise, au lieu de magnésie, prend de la morphine, s'aperçoit bien que l'action de la force mentale sur le physique ne dépend de d'aucune condition mentale.

Mais n'insistons pas : je ne veux ici qu'attirer l'attention sur le désaccord qui éclate entre cette façon d'entendre les choses et l'autre, que j'ai citée aussi. Admettons que M. Martineau, mis au pied du mur, adoptât la première, qui seule peut se soutenir : eh bien ! nous lui demanderons en quoi l'évolution est éclaircie par cela seul qu'on lui reconnaît pour cause l'Esprit, partout immanent.

Dans toute controverse métaphysique, telle proposition, que les uns présentent et les autres reçoivent comme parfaitement croyable, est tout à fait inconcevable. On confond sans cesse les idées effectives avec ce qu'il faut appeler des pseudo-idées. On ne distingue pas entre les propositions qui enveloppent de véritables pensées et les propositions qui sont des moules

vides de pensée. Une proposition qui peut être pensée est celle dont *les deux termes peuvent coexister dans la conscience sous la relation même qu'on leur attribue.* Or bien souvent, quand on a pensé le sujet comme quelque chose de connu, puis le prédicat comme quelque chose de connu aussi, enfin la relation établie entre eux comme une relation qui en soi est connue, on se figure qu'on a pensé la proposition elle-même. On a pensé un à un les éléments isolés de la proposition ; on se méprend, et l'on croit les avoir pensés dans la combinaison propre que la proposition crée. Et, par là, il arrive sans cesse que des propositions impossibles à traduire en pensées passent pour des objets de pensée, bien plus, de croyance. Telle est cette proposition que l'évolution a pour cause l'Esprit. Chacun des deux termes est intelligible à part; mais, pour dire qu'entre eux il y a un rapport de cause à effet, il faut n'avoir pas essayé de les unir sous ce rapport.

Chacun de nous ne connaît en fait d'esprit que la série de ses propres états de conscience; et, pour penser à un esprit différent du sien, chacun de nous n'a qu'un moyen : c'est de le constituer avec des éléments empruntés au sien propre. Quant à créer une notion de l'Esprit, où il n'entrerait aucun de ces traits essentiels sans lesquels je n'ai pas conscience de l'esprit en moi-même, j'en suis incapable. Je ne connais en fait de pensée qu'une pensée constituée par une suite d'idées se rapportant par leur origine à l'action des objets sur moi. L'expression « un acte mental » n'a rien d'intelligible, si elle ne désigne un acte dans lequel des états de conscience sont connus successivement, et regardés comme semblables à d'autres

états qui font partie de la série déjà écoulée en moi, et dans lequel aussi les relations entre ces états sont connues et regardées comme semblables à des relations qui font partie de la série déjà écoulée, en moi encore. Si donc je veux me figurer l'évolution comme ayant sa cause dans « l'Esprit originel », je dois le concevoir, cet Esprit, avec des attributs semblables à ceux de l'unique esprit à moi connu et sans lequel je ne saurais concevoir un esprit.

Il serait aisé d'étaler les absurdités qui résultent de là : je n'aurais qu'à demander comment on se figure un « Esprit originel » qui traverse des états qui sont produits en lui par des objets différents de lui, qui distingue entre ces états et les classe comme semblables et dissemblables, qui préfère un certain résultat objectif à un autre. Mais je me contenterai d'une question : Qu'arrivera-t-il si nous attribuons à cet Esprit, principe de tout, ce caractère essentiel dans toute définition de l'Esprit, d'être constitué par une série d'états de conscience? Posez d'une part, comme cause, une série d'états de conscience, et de l'autre, comme effet, l'univers en voie de développement, et tâchez de concevoir le second comme découlant du premier. Il m'est possible d'imaginer, d'une façon obscure, qu'une série d'états de conscience serve d'antécédent à l'un des mouvements que je vois s'accomplir; car souvent mes propres états de conscience sont, d'une manière indirecte, les antécédents de mouvements semblables. Mais comment arriver à voir dans une telle série l'antécédent de *toutes* les actions qui s'accomplissent dans l'univers entier : des mouvements de tant d'étoiles répandues dans l'espace, des révolutions

que leurs planètes accomplissent à l'entour d'elles, de la rotation de ces planètes sur leur propre axe, enfin des innombrables phénomènes physiques qui s'accomplissent dans chacun de ces soleils, dans chacune de ces planètes? Je ne puis concevoir qu'une série unique d'états de conscience soit cause même de ce groupe, relativement restreint, de faits qui se produisent à la surface de la terre. Je ne puis même concevoir qu'elle soit celle de tous les vents, si divers, des nuages qu'ils emportent et qui se résolvent, des cours d'eau, des glaciers qui pulvérisent leur lit ; bien moins encore, qu'elle soit celle de ces phénomènes, en nombre immense, qui s'accomplissent à la fois dans toutes les plantes dont le globe est revêtu, depuis les lichens épars vers les pôles jusqu'aux palmiers qui se pressent sous les tropiques ; et dans tous ces millions de quadrupèdes qui rôdent alentour, et dans ces millions de millions d'insectes qui bourdonnent dans leur voisinage. Prenez même un seul et faible groupe de ces innombrables changements dont la terre est le théâtre, et il ne me sera pas encore possible de lui attribuer pour antécédent une série simple d'états de conscience ; ainsi, je ne pourrai me contenter d'une telle cause pour expliquer les lames qui en cet instant viennent se briser en tourbillonnant sur les côtes d'Angleterre. Comment voulez-vous donc que je me représente un « Esprit originel », qui serait une série *simple* d'états de conscience et qui produirait ce nombre infini de groupes de phénomènes qui s'accomplissent *simultanément* dans des mondes qui eux-mêmes défient tout dénombrement et sont répandus dans un espace devant lequel l'imagination se confond ?

Si, pour rendre compte de ces changements infinis en nombre qui s'accomplissent en tous lieux, « il faut concevoir l'Esprit comme y étant présent sous la forme de simple agent mécanique, » alors, répondrons-nous, pour concevoir l'Esprit de cette façon, il faut le dépouiller de tous ses attributs distinctifs ; or, une fois dépouillée ainsi, l'idée disparaît, et le mot d'Esprit demeure, vide de sens. Si M. Martineau se rejette sur l'hypothèse fort différente, et à mes yeux inconciliable avec la première, d'une pluralité d'esprits ; s'il accepte, et il semble bien en venir là, cette thèse que, pour expliquer l'évolution, il est indispensable, « parmi nos éléments primitifs, de semer les *germes* de l'Esprit, aussi bien que ceux des éléments inférieurs ; » si, pour se tirer des difficultés insurmontables que je viens d'indiquer, on admet sous chaque phénomène une série locale d'états de conscience, alors, évidemment, nous retournons à une doctrine qui rappelle le vieux fétichisme, avec cette seule différence, qu'ici les agents spirituels supposés sont multipliés à l'infini.

Ainsi, s'il est une chose claire, c'est que, pour conserver dans l'entendement cette proposition : que l'évolution a pour cause un « Esprit principe de tout », il faut n'avoir jamais essayé d'assembler dans un acte de pensée les deux termes de cette proposition sous le rapport qu'elle indique. Dites qu'il faut l'accepter comme article de *foi :* la thèse pourra se défendre ; mais comme objet d'*entendement*, comme moyen de rendre intelligible l'ordre de l'univers, elle est parfaitement insoutenable.

Ici, je dois prendre mes mesures contre un malentendu qui pourrait fort bien naître au sujet des arguments précédents,

surtout dans l'esprit de ceux qui ont lu l'Essai auquel je réponds. Cet Essai donne partout à croire au lecteur que les défenseurs de l'hypothèse contraire se figurent au fond avoir résolu le mystère de l'univers, de ce qu'ils ont montré combien sont naturelles les causes de tous les faits d'évolution. A entendre M. Martineau, ils croiraient, pour avoir mis toutes choses sous forme de matière et de mouvement, avoir tout embrassé dans leurs explications. Il n'en est pourtant rien. La doctrine de l'évolution, quoi qu'en disent ses adversaires, mise sous forme purement scientifique, n'implique pas le matérialisme. En fait, parmi ses partisans, certains, qui sont de mes amis, parlent du matérialisme de Büchner et de son école, avec autant de mépris que peut en ressentir M. Martineau. Et quant à moi, pour montrer combien je suis opposé au matérialisme, je puis citer, et cela ne sera pas, je crois, hors de propos, quelques-uns des nombreux passages que j'ai écrits ailleurs sur cette question :

« Ainsi donc, s'il faut choisir entre les deux, il semble plus commode de traduire ce qu'on appelle matière en ce qu'on appelle esprit, que de traduire l'esprit en matière : la seconde alternative est même, à dire vrai, impraticable. Toutefois, nulle traduction ne saurait nous faire dépasser nos purs symboles [1]. »

Et ailleurs :

« Voici donc notre conclusion. Nous ne pouvons penser la matière que sous les espèces de l'esprit. Nous ne pouvons penser l'esprit que sous les espèces de la matière. Quand nous avons, sur le premier sujet, poussé nos explorations jusqu'à la plus extrême limite, nous nous trouvons renvoyés au second pour en tirer une réponse définitive, et quand nous avons obtenu du second cette réponse définitive, nous sommes ramenés au premier, pour en obtenir une

1. *Principes de psychologie*, 2e édit., I, § 63.

interprétation de cette réponse. Nous trouvons la valeur d'x en fonction d'y, puis celle d'y en fonction d'x, et nous pourrions aller toujours ainsi, sans approcher davantage de la solution. L'antithèse du sujet et de l'objet, qui ne saurait être dépassée tant que la conscience subsistera, rend impossible toute connaissance de cette réalité suprême en laquelle sujet et objet sont unis [1]. »

On voit assez par là, je pense, qu'entre la doctrine de M. Martineau et celle qu'il combat la distance n'est nullement aussi grande qu'il le dit ; de plus, s'il y a entre les deux une différence, c'est plutôt, à mon avis, le contraire de celle qu'il prétend. En deux mots, la voici : là où lui ne reconnaît pas de mystère, la doctrine qu'il combat reconnaît un mystère. Quant à moi, je peux dire d'abord que je suis d'accord avec M. Martineau pour rejeter l'idée matérialiste, comme tout à fait futile ; et ensuite que la seule différence entre nous, la voici : il dit avoir trouvé une autre explication des choses, et moi j'avoue que je n'en puis trouver aucune. Il se dit en état de comprendre la puissance qui se manifeste dans les choses, et je me sens obligé, après de nombreux échecs, d'avouer que je ne peux la comprendre. Ainsi, en face du problème transcendant que l'univers nous offre, M. Martineau croit l'esprit humain capable de trouver la solution, et moi je le crois impuissant. Or ce n'est pas ainsi que l'Essai dont il s'agit présente la différence qui nous sépare. S'il y a lieu de parler de « l'orgueil de la science », que dire alors de l'orgueil de la théologie ? Je ne sens pas ce qu'il y a d'humilité à prétendre que l'esprit humain est à même de comprendre ce qui se cache derrière les apparences ; je ne vois pas quel grand exemple de piété l'on donne en affirmant qu'il

1. *Principes de psychologie*, 2e édit., I, § 272.

n'y a pas dans l'univers de mode d'existence supérieur à celui dont nous avons conscience. Au rebours, je tiens pour fort soutenable cette thèse, qu'il y a plus d'humilité à confesser l'impuissance où est la pensée d'embrasser la cause de toutes choses ; et que le sentiment religieux atteint son apogée dans la croyance suivante : que la puissance suprême ne peut pas plus être conçue sous les espèces de la conscience humaine que celle-ci sous les espèces de la vie d'une plante.

Il y a d'autres points encore dans l'argumentation de M. Martineau : je n'en parle pas, parce que les pages précédentes y répondent implicitement. Un mot seulement : si quelque supplément d'explication doit paraître encore nécessaire, je remettrai à le donner jusqu'à ce que je me sois acquitté de certains travaux où je suis présentement engagé.

III

L'HYPOTHÈSE DE LA NÉBULEUSE

(*Westminster Review*, juillet 1859.)

Arguments a priori : Théorie vulgaire de la création du système solaire; son vice originel : elle est née du fétichisme. Titres de noblesse de la théorie contraire : son caractère scientifique, ses patrons.

Arguments a posteriori : des Nébuleuses. — *Existe-t-il des nébuleuses proprement dites?* Argument tiré des nébuleuses résolubles. Portée vraie de cet argument. Ses vices : 1° Les nébuleuses en général font partie de notre Voie lactée ; donc les nébuleuses insolubles ne le sont pas par le fait de leur éloignement. 2° La grandeur apparente des objets célestes n'est pas, comme on l'admet dans l'argument, déterminée par leur seule distance. Si elle l'était, d'ailleurs, les nébuleuses les plus petites, étant les plus lointaines, devraient être les plus insolubles : il n'en est rien. 3° Les Nuées de Magellan nous offrent, dans un espace restreint, des masses nébuleuses à tous les degrés de concentration. — *Evolution idéale d'une nébuleuse* : Production de flocons; leur chute en spirale ; rotation générale; groupement des flocons en masses brillantes. Lenteur de cette évolution, en proportion de la masse de la nébuleuse. Vérification expérimentale : les nébuleuses les plus insolubles sont aussi les plus irrégulières et les plus vastes.

Le système solaire. — *Les Comètes*. Leur formation déduite de l'évolution de la nébuleuse : elles sont des flocons plus légers, laissés en arrière par la masse qui se contracte. Leurs trajectoires allongées. Leurs orbites coupant l'écliptique sous tous les angles. Leur marche directe ou rétrograde. Leur faible densité. Leur distribution régulière, leur fréquence qui va croissant régulièrement de l'équateur du système solaire aux pôles, montrent qu'elles sont bien des membres naturels de notre groupe. Impuissance de la théorie de la création devant ces faits.

Les Planètes et les Satellites. Trace d'une cause commune de leurs mouvements généraux. Cette cause n'est pas une cause finale. Théorie de Laplace. — Arguments tirés de faits secondaires : 1° *Phénomènes mécaniques*. Planètes : Inclinaisons des orbites expliquées par l'ancienneté relative de chaque planète. Rotation : anomalies d'Uranus et de Neptune, expliquées par l'hypothèse; les inclinaisons des axes, expliquées par les

vitesses de rotation des noyaux nébuleux. — Satellites : leur groupement autour de la planète, semblable à celui des planètes autour du soleil. Leur répartition : absence de finalité ; explication par la lutte entre la force centrifuge et la gravitation. Synchronisme de la rotation avec la révolution. Les anneaux de Saturne : pourquoi ils devaient se former autour de cette planète. — 2° *Phénomènes physiques*. Densités des corps du système : pourquoi elles sont plus élevées dans les corps plus petits. Température : traces de l'incandescence primitive. Le soleil : pourquoi il est le plus chaud des corps du système. Sa constitution probable : une surface en fusion, enveloppée d'une couche de vapeurs métalliques, puis d'une atmosphère de gaz légers. Justification de ces prévisions par l'analyse spectrale. Existence d'un noyau gazeux enfermé dans le sphéroïde en fusion : preuve tirée de la densité.

Comparaison de l'hypothèse de la nébuleuse avec l'hypothèse de la création : supériorité scientifique et religieuse de la première.

(TR.)

C'est un moyen qui n'est pas à dédaigner, pour juger au moins en gros, de ce que vaut une idée, d'en examiner la généalogie. Il en est des croyances comme des hommes : chez elles aussi, une origine honorable est de prime abord une garantie de mérite ; au contraire, être sorti d'une famille de mauvais renom, c'est mauvais signe. Ce n'est pas là une comparaison de pure fantaisie. Les croyances se modifient comme leurs défenseurs eux-mêmes, dans le cours des générations ; or si, chez les croyants, les modifications que subissent les générations successives ne détruisent pas le type primitif, mais le déguisent seulement et le raffinent, de même et simultanément, les altérations qui se produisent dans une croyance ont beau la purifier : elle garde son essence originelle.

Prenez la théorie, aujourd'hui reçue, de la création du système solaire ; examinez-en l'origine : vous ne pourrez nier qu'elle n'ait une basse extraction. On en suit aisément la filiation jusqu'aux mythologies primitives. Elle a pour ancêtre éloigné ce dogme, que les corps célestes sont des personnages

enlevés à la terre où ils ont jadis vécu : Livingstone a retrouvé cette doctrine chez certains des peuples nègres qu'il a visités. Quand la science eut dépouillé le soleil et les planètes de leur caractère de personnages divins, l'antique croyance fut supplantée par cette idée, encore admise par Kepler, que les planètes sont guidées dans leur course par des esprits directeurs : elles cessent d'être des divinités, mais chacune d'elles est toujours maintenue dans son orbite par une divinité. Puis vint la gravitation, qui rendit inutiles ces pilotes célestes ; et ce fut le tour d'une doctrine, moins grossière que celle d'où elle naissait, mais de même nature au fond : les planètes avaient été, au commencement, lancées dans leurs orbites par la main du Créateur. Evidemment, si raffiné que soit l'anthropomorphisme de l'hypothèse admise, il y faut voir un reste, un legs de l'antique anthropomorphisme, qui voyait dans les dieux des hommes d'une race plus forte.

Or il existe une hypothèse contraire : celle-là ne prétend point honorer la puissance inconnue qui se manifeste dans l'univers, en lui donnant les noms de « Grand Architecte » et d' « Artiste suprême » ; mais elle juge que cette puissance inconnue a des procédés sans doute tout différents de ceux qu'emploie la mécanique humaine. Elle a une naissance aussi noble que celle de l'autre est vile. Elle vient de cette croyance, toujours grandissante et sans cesse fortifiée, dans l'universalité de la loi, croyance qu'ont peu à peu engendrée dans l'esprit humain des expériences accumulées. D'âge en âge, la science a découvert la constance de phénomènes qui jusque-là avaient paru d'origine fortuite ou surnaturelle ; là où l'ignorance avait

cru voir l'irrégularité, le règne de l'arbitraire, elle a montré un ordre établi et des rapports constants de cause à effet. Chaque loi découverte a rendu plus probable l'universalité des lois. De là bien des conclusions, et entre autres celle-ci, que le système solaire n'est pas un *produit fabriqué*, mais le *produit d'une évolution*. Ainsi, dans le monde des idées, cette hypothèse tient à la famille de ces grandes théories générales que la science positive a fait naître ; dans le monde des esprits, elle n'a pas une moins noble origine. Elle s'appuie sur la loi de la gravitation universelle; et ainsi elle peut se réclamer, comme d'un aïeul reculé, du grand homme à qui nous devons cette loi. Celui qui en traça les premiers contours, en déclarant que les étoiles se sont formées par la condensation de la matière diffuse, était le plus actif, le plus diligent, le plus original d'entre les astronomes d'observatoire des temps modernes ; et quant à l'homme qui, partant de cette hypothèse, d'une matière diffuse se condensant autour de son centre de gravité, montra comment il en naîtrait, au cours de cette condensation, un système équilibré, comprenant un soleil, des planètes, avec leurs satellites, et semblable à celui dont la terre fait partie, jamais le monde ne vit un plus savant mathématicien.

Ainsi donc, quand nous n'aurions que peu de preuves directes à citer en faveur de l'hypothèse de la nébuleuse, elle aurait encore de grandes chances d'être vraie. Sa haute origine et l'origine si basse de l'hypothèse contraire formeraient déjà à elles deux un puissant argument en sa faveur : il faudrait l'accepter, au moins provisoirement. Mais il s'en faut

bien que nous ayons peu de preuves directes à apporter. Elles sont bien plus nombreuses et bien plus variées qu'on ne le croit communément. On a exposé abondamment telle ou telle série d'arguments ; mais nulle part, à ma connaissance, on n'a fait un tableau complet, fût-ce d'un seul ordre de preuves ; encore bien moins un tableau d'ensemble où fussent réunies au complet les diverses sortes de raisons. Je vais faire mon possible pour combler cette lacune : et je crois que, après les arguments *a priori* qui sont ci-dessus, le bataillon des arguments *a posteriori* triomphera, ou peu s'en faut, du doute dans tout esprit sincère.

Commençons par examiner les récentes découvertes de l'astronomie stellaire, qui ont paru contraires à cette théorie.

Lorsque sir William Herschel, dirigeant son grand réflecteur sur diverses taches nébulaires, s'aperçut qu'elles se résolvaient en étoiles accumulées, il en induisit que toutes les taches nébulaires sont des amas d'étoiles extraordinairement lointaines, et il s'en tint là un certain temps. Mais, après des années de recherches soigneuses, il conclut qu'il y a des nébuleuses différant en nature des étoiles ; et là-dessus il fonda son hypothèse d'un fluide lumineux diffus, qui en se condensant produit les étoiles. Lord Rosse, armé d'un télescope beaucoup plus puissant que celui dont disposait Herschel, put résoudre des nébuleuses jusque-là insolubles ; là-dessus, revenant à l'idée que des découvertes semblables avaient inspirée à Herschel, et qu'Herschel avait ensuite rejetée, plusieurs astronomes ont soutenu qu'avec des instruments assez puissants on pourrait

résoudre toutes les nébuleuses, que la difficulté de les résoudre est simplement un effet de la distance. L'hypothèse aujourd'hui communément reçue est que toutes les nébuleuses sont des groupes lactés semblables à celui qui nous environne immédiatement ; que seulement elles sont trop éloignées et, avec un télescope ordinaire, nous apparaissent comme de petites taches. Et beaucoup sont même allés jusqu'à cette conclusion que les découvertes de lord Rosse ont renversé l'hypothèse de la nébuleuse.

Or, même en prenant pour solides les suppositions qu'on forme ainsi sur les distances et la nature des nébuleuses, l'hypothèse de la nébuleuse subsiste en ce qu'elle a d'essentiel. Chacune de ces faibles taches est un système sidéral, admettons-le; seulement il est si éloigné que ses innombrables étoiles donnent toutes ensemble une lumière inférieure à celle d'une seule petite étoile de notre système sidéral particulier. Cela ne nous empêche pas de croire que les étoiles et leurs planètes respectives ont été formées par la condensation d'une matière nébuleuse. Sans doute, s'il est prouvé qu'il n'existe pas aujourd'hui de matière nébuleuse en voie de concentration, l'hypothèse perd une de ses preuves, mais les autres demeurent intactes. On peut fort bien soutenir que si nous n'avons nulle part le spectacle de la condensation d'une nébuleuse, ce n'en fut pas moins là jadis un fait universel. On peut même soutenir que la matière nébuleuse ne saurait guère exister aujourd'hui encore à l'état diffus, car les causes qui ont déterminé la condensation d'une masse ont dû agir sur toutes, et ce qui serait enbarrassant, ce serait qu'il y eût encore des masses non con-

densées. Ainsi, quand on admettrait les conclusions immédiates qu'inspirent les récentes découvertes dues au miroir de six pieds, le corollaire que plus d'un en a voulu tirer ne saurait être reçu.

Mais ces conclusions, je ne les admets pas. A vrai dire, il y a quelques années, je les ai reçues comme des vérités établies ; mais, en examinant de près les faits, je me suis convaincu de leur extrême faiblesse. Elles impliquent tant et de si manifestes contradictions, que je m'étonne de voir des savants les admettre même à titre de pures probabilités. Voyons ces contradictions.

D'abord, que faut-il conclure de la distribution des nébuleuses ?

« Les espaces qui précèdent ou suivent les nébuleuses simples, dit Arago, et à plus forte raison les groupes de nébuleuses, sont généralement pauvres en étoiles. Herschel n'a pas trouvé d'exception à cette règle. Aussi, quand un petit moment se passait sans que nulle étoile vînt, par l'effet du mouvement diurne, se placer dans le champ de son télescope immobile, il avait pris l'habitude de dire au secrétaire qui l'aidait : Préparez-vous à écrire ; les nébuleuses vont arriver. »

Tâchez d'accorder ce fait avec cette hypothèse, que les nébuleuses sont des taches lactées lointaines. Supposez qu'il n'existât qu'une nébuleuse : ce serait une coïncidence frappante, si cette nébuleuse unique se trouvait placée, dans les régions reculées de l'espace, juste en face d'une lacune sans étoiles de notre système sidéral. S'il existait deux nébuleuses seulement et qu'elles fussent toutes deux dans cette même position, ce serait une coïncidence bien étrange. Mais que dire, quand il

s'agit de plusieurs milliers de nébuleuses toutes situées de cette façon-là ? Croirons-nous que le hasard a, dans des milliers de cas, placé les nébuleuses de façon à faire concorder leurs positions visibles avec les parties les plus pauvres de notre voie lactée ? Cela toucherait à l'absurde. Et ce qui rend l'absurdité plus frappante encore, c'est la distribution générale des nébuleuses. En effet, la loi déjà citée produit deux effets encore : d'abord, « les régions les plus pauvres en étoiles sont à peu près les plus riches en nébuleuses » ; ensuite, la loi s'applique à l'ensemble du firmament : dans cette zone céleste où les étoiles sont prodigieusement abondantes, les nébuleuses sont rares ; au contraire, dans les deux régions diamétralement opposées entre elles, et qui sont les plus éloignées de cette zone, les nébuleuses abondent. On ne trouve presque pas une nébuleuse dans le voisinage du cercle de lait (ou plan de la voie lactée) ; et le plus grand nombre se trouve autour des pôles de ce cercle. Faut-il voir là encore une pure coïncidence ? Ainsi, premier fait : la foule des nébuleuses est reléguée le plus loin possible de la foule des étoiles ; autre fait : le voisinage immédiat de chaque nébuleuse est une région pauvre d'étoiles ; enfin, les nébuleuses isolées se trouvent le plus souvent dans des espaces relativement peu éclairés : n'y a-t-il pas là assez de preuves, et plus qu'il n'en faut, d'un rapport physique entre les deux faits ? Ne faudrait-il pas dès lors une masse immense d'arguments pour nous persuader que les nébuleuses ne font point partie de notre système sidéral ? Or ces arguments, où les trouvera-t-on ? En existe-t-il un seul qui puisse supporter l'examen ? C'est ce que nous allons voir.

« Ces masses nébuleuses, dit Humboldt, que nous distinguons à l'aide de télescopes gigantesques, pour les atteindre, notre regard doit pénétrer dans des régions d'où un rayon de lumière, descendant sur notre terre, n'y arrive, autant qu'on peut le présumer, qu'après des millions d'années ; pour mesurer de telles distances, les dimensions de l'amas d'étoiles qui nous enveloppe (ainsi la distance de Sirius, ou celles de l'étoile double du Cygne et de l'étoile double du Centaure, telles que le calcul nous les donne) suffisent à peine.

On le voit par cette phrase d'ailleurs assez confuse, Humboldt croyait, plus ou moins résolûment, que les distances des nébuleuses à notre groupe lacté dépassent les distances de nos étoiles entre elles, autant que ces distances d'étoile à étoile dépassent les dimensions de notre système de planètes. Le diamètre de l'orbite terrestre n'est qu'un point insensible en comparaison de la distance de notre soleil à Sirius ; et de même cette distance n'est qu'un point imperceptible, par rapport à la distance entre notre voie lactée et ces taches laiteuses lointaines, qui sont les nébuleuses. De là plusieurs conséquences.

L'une quelconque de ces masses qu'on suppose être des taches lactées est à une distance telle qu'en comparaison nos espaces interstellaires sont de simples points, et les dimensions de notre système sidéral tout entier deviennent négligeables : dès lors, pour résoudre cette tache lactée, lointaine, en étoiles, ne faudra-t-il pas, évidemment, un télescope infiniment supérieur à ceux qui suffisent pour résoudre notre propre nébuleuse ? N'est-il pas clair qu'un instrument tout juste assez puissant pour distinguer avec netteté les étoiles les plus lointaines de notre groupe sera tout à fait impuissant à analyser un de ces groupes éloignés ? Mais alors que penser, quand on voit un même instrument analyser quantité de nébulenses et *ne pas*

réussir à analyser certaines parties de notre propre voie lactée? Prenons une comparaison familière. Imaginons un homme environné d'un essaim d'abeilles, qui s'élève assez haut dans l'air (le fait se produit parfois) pour que chacune d'elles devienne presque invisible; cet homme, apercevant une masse à l'horizon, déclare que c'est un essaim d'abeilles ; il ajoute qu'il le reconnaît, parce qu'il distingue chaque abeille comme une petite tache distincte. Cette déclaration nous étonne : eh bien ! elle n'est pas plus incroyable que celle dont nous faisons la critique. Réduisons les dimensions en chiffres; et l'absurdité sera encore plus éclatante : en nombres ronds, la distance de Sirius à la terre est égale à un million de fois celle de la terre au soleil; et, d'après l'hypothèse, la distance d'une nébuleuse est environ un million de fois celle de Sirius. Or, notre « archipel d'étoiles, notre nébuleuse, comme Humboldt l'appelle, a la forme d'une couche lenticulaire, aplatie, limitée de toutes parts, dont le grand axe peut être évalué à 800 fois la distance de Sirius à la terre, et le petit à 150 fois [1]. » Or on admet que notre système solaire est à peu près au centre de cette masse ; la distance qui nous sépare des parties les plus éloignées est donc égale à 400 fois celle de Sirius. D'autre part, les étoiles qui forment ces parties-là peuvent être distinguées, même à l'aide des plus puissants télescopes. Comment donc ces télescopes pourraient-ils nous permettre de distinguer les étoiles d'une nébuleuse qui est plusieurs millions de fois plus éloignée que Sirius? Autant vaut dire qu'une étoile, invisible par l'effet de son trop grand éloignement, devient visible si on la place deux mille cinq

1. *Cosmos*, 7e édit., I, pp. 79, 80.

cents fois plus loin ! Plutôt que d'en venir là, n'est-il pas mieux de conclure que les nébuleuses *ne sont pas* des groupes lactés lointains? ne faut-il pas même induire, quelle que soit leur nature, qu'elles sont pour le moins aussi voisines de nous que les parties les plus distantes de notre système sidéral?

Dans tout le cours de notre argumentation, nous avons admis ce sous-entendu, que les différences de grandeur apparente qu'offrent les étoiles ont pour cause essentielle leurs différences de distance. C'est sur ce sous-entendu que reposent les théories aujourd'hui reçues sur les nébuleuses; et, dans toutes les critiques précédentes, nous avons à dessein fait la même hypothèse. Or, depuis le jour où Herschel le premier la fit, elle n'a pas cessé d'être toute gratuite; et, aujourd'hui, on peut voir qu'elle est insoutenable. Mais, chose étrange, qu'on la prenne pour vraie ou pour fausse, dans les deux cas elle porte un coup fatal aux conclusions de ceux qui raisonnent à la manière de Humboldt. Voici l'alternative :

Mettons d'abord qu'elle soit fausse, et voyons les conséquences. Les étoiles qui semblent les plus grandes ne le doivent pas à leur voisinage relatif, et, si leurs grosseurs apparentes vont en décroissant, la cause n'en est pas dans leur éloignement toujours plus considérable; alors que deviennent les inductions qu'on faisait sur les dimensions de notre système sidéral et les distances des nébuleuses? On vient de nous apprendre que la 61e du Cygne, étoile presque invisible, a une parallaxe supérieure à celle de l'α du Cygne, bien que, d'après une estime fondée sur l'hypothèse de sir W. Herschel, elle dût être environ douze fois plus éloignée; il en résulte qu'il doit y

avoir des étoiles télescopiques plus voisines de nous que Sirius; dès lors, que reste-t-il de la théorie qui dit : Les nébuleuses sont très-éloignées, car les corps lumineux dont elles se composent ne sont visibles qu'avec de très-forts télescopes? Évidemment s'il est prouvé que deux étoiles, l'une la plus brillante du firmament, l'autre invisible à l'œil nu, sont à égale distance de nous, il n'est plus possible de calculer les distances relatives des astres d'après leur éclat. Et dès lors les nébuleuses peuvent être relativement voisines de nous, bien que les petits astres dont elles sont faites paraissent d'une extrême exiguïté.

Maintenant, admettons au contraire que l'hypothèse soit vraie : que s'ensuit-il? Si elle est vraie pour les étoiles, elle doit l'être, par les mêmes raisons, pour les nébuleuses. « Si l'on soutient qu'en général les grandeurs *apparentes* des étoiles en indiquent les distances, il faudra bien admettre qu'en général les grandeurs *apparentes* des nébuleuses sont aussi l'indice de leurs distances, et qu'à prendre les choses en gros, les plus grandes sont les plus voisines, et les plus petites les plus éloignées. Or que faut-il conclure de là, quant à la résistance qu'elles doivent opposer à l'analyse télescopique? Que les nébuleuses les plus grandes, qui sont les plus proches, doivent être les plus faciles à résoudre en étoiles; à mesure qu'elles deviennent plus petites, elles seront d'une analyse plus malaisée; et les plus insolubles seront les plus petites. Eh bien! en fait, c'est justement le contraire qui est vrai. Les nébuleuses les plus grandes sont ou tout à fait insolubles, ou solubles seulement en partie et à l'aide des plus puissants télescopes; parmi les plus petites nébuleuses, au contraire, il en est beaucoup

qui se laissent résoudre par des télescopes bien moins forts. Un instrument dans lequel la grande nébuleuse d'Andromède, qui a deux degrés et demi de longueur et un degré de largeur, apparaît comme une simple lueur diffuse, décompose une nébuleuse de quinze minutes de diamètre en deux mille points étoilés. Tandis que les étoiles d'une nébuleuse de huit minutes de diamètre sont assez distinctes pour qu'on en puisse assigner le nombre, telle nébuleuse couvrant une région cinq cents fois aussi grande ne présente pas une seule étoile distincte. Essayez donc d'expliquer ce fait avec l'hypothèse reçue!

Une autre difficulté se présente, qui ruine cette hypothèse peut-être plus sûrement encore que la précédente. Il s'agit des phénomènes des nuées de Magellan. Voici ce qu'en dit Herschel, dans sa description de la plus grande :

« La grande nuée, aussi bien que la petite, est formée d'abord de vastes étendues et de taches mal définies, amas nébuleux insolubles, et de masses nébuleuses à tous les degrés de décomposition, jusqu'à l'état de groupes d'étoiles parfaitement distinctes, pareils à la voie lactée ; et puis aussi de nébuleuses proprement dites, régulières et irrégulières, d'agglomérations en forme de globes à tous les degrés de décomposition, et de groupes en voie d'agglomération, déjà assez détachés et condensés pour mériter le nom d'« archipels étoilés ». (*Observations faites au Cap*, p. 146.)

Dans ses *Esquisses d'astronomie*, sir John Herschel reproduit cette même description en d'autre termes, puis il ajoute cette remarque :

« A y bien regarder, rien de plus instructif que cet ensemble de caractères ; par là, nous pouvons nous éclairer sur les distances relatives probables des *étoiles* et des *nébuleuses*, et sur le véritable éclat relatif des étoiles distinctes. Si l'on estime à trois degrés le

rayon de la grande nuée, et si on la suppose de forme à peu près sphérique, la distance qui nous sépare de son point le plus éloigné de nous dépasse celle de son point le plus rapproché d'environ un dixième de la distance du centre de la nuée à la terre. Cela ne suffit pas pour affaiblir *notablement* l'éclat des objets les plus éloignés dont se compose la nuée ni pour accroître notablement celui des plus rapprochés. Eh bien! dans ce globe, nous avons noté plus de six cents étoiles de septième, huitième, neuvième et dixième grandeurs, près de trois cents nébuleuses et masses globulaires ou non *à tous les degrés de solubilité;* plus, de petites étoiles dispersées et des derniers ordres de grandeur, depuis la dixième jusqu'à un point où, par leur nombre et leur petitesse, elles constituent des masses nébuleuses insolubles occupant chacune plusieurs degrés en carré. Si cet objet céleste était unique, on pourrait, sans trop d'improbabilité, soutenir que sa sphéricité apparente est un effet de perspective, qu'il y a bien plus de différence entre la distance de ses parties les plus proches et celle des plus reculées. Mais si l'hypothèse d'une telle disposition est déjà improbable appliquée à un cas unique, elle le devient bien davantage, et au point d'être inadmissible, quand il s'agit de deux cas. C'est donc, on peut le dire, un fait établi, qu'à des distances différant entre elles au plus comme neuf de dix, peuvent exister et des étoiles de septième ou huitième grandeurs, et une nébuleuse insoluble. » (*Esquisses d'astronomie*, pp. 614-615.)

Nous voilà maintenant en possession d'un argument pour réduire à l'absurde la doctrine que nous combattons. Nous avons le choix entre deux choses incroyables. Si nous admettons que l'une de ces nébuleuses est formée de centaines de milliers d'étoiles et doit à son éloignement de paraître comme une tache laiteuse, invisible à l'œil nu, il nous faut admettre aussi qu'il y a des étoiles isolées assez énormes pour demeurer visibles à cette même distance. Si nous nous retranchons dans l'autre alternative, disant que beaucoup de nébuleuses ne sont pas à une distance surpassant celle de nos étoiles de 8e grandeur, alors nous sommes conduits à dire que, une distance

ne dépassant pas celle où une étoile isolée est encore faiblement visible à l'œil nu, il peut exister un groupe de quelques cent mille étoiles invisible à l'œil nu. Deux hypothèses également insoutenables. Il ne nous reste donc plus qu'une conclusion possible : les nébuleuses, dirons-nous, ne sont pas plus éloignées que certaines parties de notre propre système stellaire, et elles peuvent être regardées comme des membres de ce système ; et, quand elles sont solubles en masses distinctes, on ne peut, sans un abus de langage, assimiler ces masses à des étoiles.

On voit donc combien est insoutenable la théorie, si témérairement adoptée par plusieurs astronomes, qui voit dans les nébuleuses des voies lactées extrêmement lointaines. Examinons maintenant si les phénomènes qu'elles offrent ne s'accordent pas avec l'hypothèse de la nébuleuse.

Imaginons une masse de matière nébuleuse, très-rare et dispersée sur un espace très-vaste, avec un diamètre, par exemple, égal à la distance du soleil à Sirius [1]; par quels changements successifs va-t-elle passer? Les atomes, par leur attraction mutuelle, se raprocheront; mais ce mouvement sera contrarié par la répulsion atomique, dont il triomphera en développant de la chaleur. Cette chaleur se dégagera en partie par rayonnement; et, au fur et à mesure, s'effectuera un nouveau rapprochement des molécules; de là encore une production de chaleur, et ainsi de suite : non que ces phéno-

1. La ténuité que nous attribuons ainsi à cette matière est prodigieuse ; mais cela ne fait pas une difficulté : Newton a prouvé par un calcul que si une sphère d'air d'un pouce était placée à 4000 milles (6400 kil.) de la terre, elle se dilaterait en une sphère débordant l'orbite de Saturne.

mènes se produisent séparément, comme nous les exposons; ils sont simultanés, ininterrompus et de plus en plus énergiques. De plus, ce mouvement lent des atomes vers leur centre commun de gravité pourra donner lieu à des phénomènes d'un autre ordre.

Souvenons-nous des lois bien connues de la combinaison des atomes : quand une masse nébuleuse aura atteint un certain degré de condensation; quand les atomes les plus intérieurs se seront rapprochés jusqu'à un certain point, qu'ils auront engendré une certaine quantité de chaleur, et qu'ils exerceront les uns sur les autres une certaine pression (car la chaleur et la pression croissent avec la condensation); alors certains d'entre eux entreront brusquement en combinaison chimique. Les atomes binaires ainsi produits rentrent-ils dans quelqu'une des espèces à nous connues? ou, comme il est plus probable, sont-ils plus simples que les espèces connues? Il n'importe ici. Il suffit qu'une combinaison moléculaire d'une certaine espèce doive finir par avoir lieu. A ce moment même, elle sera accompagnée d'un puissant et soudain dégagement de chaleur; et, jusqu'à ce que cet excès de chaleur se soit dissipé, les nouveaux atomes binaires resteront uniformément diffusés et pour ainsi dire dissous dans le milieu nébulaire préexistant.

Maintenant, que va-t-il arriver. Le rayonnement produira un abaissement convenable de température; les atomes binaires se précipiteront; et en cet état ils ne resteront plus à l'état de dispersion uniforme, ils se condenseront en flocons : ainsi l'eau, à l'état de précipité dans l'air, forme les nuages.

En conséquence, une masse nébuleuse devra, dans le cours

du temps, se résoudre en flocons d'une matière plus dense, flottant dans le milieu plus rare où s'est opéré le précipité. Maintenant considérons les résultats mécaniques. Des masses dispersées à travers l'espace vide et se mouvant vers leur centre commun de gravité, selon des courbes que déterminent seules leurs attractions mutuelles, n'imprimeront pas au système qu'elles forment un mouvement autour d'un axe quelconque. Mais s'il s'agit de masses irrégulièrement disposées, ayant des formes irrégulières, et suspendues dans un milieu qui est plus dense au centre qu'à la périphérie, qu'adviendra-t-il? Leurs mouvements de concentration seront déviés parfois, çà et là, par des attractions mutuelles, et ces attractions, si l'on considère l'ensemble, s'annuleront entre elles; mais ils seront aussi exposés à d'autres déviations, d'origine différente, qui ne s'annuleront pas nécessairement. Dans les deux cas, leur mouvement initial sera infléchi, et par les attractions locales, et par les pressions que le milieu résistant oppose à leur passage et qui sont inégalement réparties sur leurs faces elles-mêmes irrégulières; ce mouvement sera donc dirigé d'un ou d'autre côté du centre de gravité du système. Eh bien! voilà un flocon animé de ce mouvement oblique, qui dans sa marche traverse un milieu toujours plus dense du côté qui fait face au centre de gravité que du côté opposé : que doit-il résulter? La différence de pression doit amener une déviation continue : sa direction, déjà infléchie par les attractions locales, le sera encore par les inégalités de réaction du milieu : et il n'y a pas lieu de croire que ces déviations soient compensées jamais par d'autres, de sens contraire. Toutes ces composantes obliques,

en mettant à part celles qui ont pour cause la gravitation, tendront à porter les flocons en voie de concentration à droite ou à gauche du centre de gravité du système ; et leur vitesse acquise, pendant leur trajet vers ce centre, se décomposera, une partie se transformant en mouvements de rotation autour du centre. Une force tangentielle appliquée à une masse non sans cohésion y produit une rotation : donc un flocon pénétrant obliquement dans un milieu dont la densité va croissant de la périphérie au centre y doit provoquer un mouvement de rotation. Toutefois il est clair que les divers flocons seront déviés, non pas d'un même côté du centre, mais de divers côtés. Mais alors, comment de là pourra-t-il résulter un mouvement général du tout selon une direction unique? La chose est bien simple. Chaque flocon, durant sa course en spirale, doit communiquer du mouvement au milieu plus rare où il se meut. Or, il y a une infinité de chances contre une, pour que tous les mouvements ainsi imprimés à ce milieu par les divers flocons ne s'annihilent pas. Et, dans ce cas, la résultante nécessaire sera une rotation de la masse totale ambiante dans une direction unique. Mais une fois que le milieu, cédant au plus fort moment, se sera mis en marche selon une certaine direction, il arrêtera à son tour, petit à petit, les flocons se dirigeant en sens contraire et leur communiquera son mouvement; en fin de compte, il se formera un milieu en rotation avec des flocons en suspension et animés du même mouvement.

Nous allons comparer ces résultats avec les faits; mais d'abord, poussons encore un peu notre déduction, et voyons

les actions secondaires produites dans notre système et les modifications innombrables qui en résulteront. Chaque flocon n'est pas attiré seulement vers le centre de gravité commun, mais aussi vers tous les flocons voisins. La totalité de ces flocons va donc se diviser en groupes subordonnés; chacun de ces groupes, se condensant autour de son centre propre de gravité, acquerra ainsi un mouvement gyratoire, semblable à celui que doit acquérir plus tard la nébuleuse tout entière. Maintenant, selon les circonstances, et surtout selon le volume plus ou moins grand de la masse nébulaire primitive, ces condensations partielles peuvent amener des résultats différents. Si la nébuleuse est petite, les amas particuliers de flocons pourront être amenés au centre de gravité commun avant que les masses dont ils se composent aient eu le temps de s'unir. Supposez-la plus grande, les groupes partiels seront à la fois plus considérables et plus éloignés du centre commun : alors ils auront pu se condenser et former des masses de matière en fusion, avant que la distribution de ces groupes dans le système ait été notablement altérée. Bref, selon les cas et les circonstances déterminantes, les masses distinctes ainsi produites pourront varier à l'infini, quant au nombre, à la grandeur, à la densité, aux mouvements, à la distribution.

Maintenant, revenons aux apparences caractéristiques que présentent les nébuleuses, vues à travers les télescopes modernes. Commençons par la description des nébuleuses qui, dans notre hypothèse, seraient encore les moins avancées dans leur évolution :

« Parmi les *nébuleuses irrégulières*, dit sir John Herschel, on peut comprendre toutes celles qui d'abord ne sont ni entièrement, ni même partiellement solubles pour le réflecteur de 20 pieds, et qui en outre s'éloignent trop de la forme circulaire ou elliptique, ou qui avec cette forme, présentent une disposition trop peu symétrique, pour pouvoir être admises dans la première classe, celle des nébuleuses régulières. Cette seconde classe comprend plusieurs des objets célestes les plus dignes d'attention et d'intérêt, *et qui occupent le plus d'espace visible.* »

M. Arago, faisant allusion au même genre d'objets, dit : « Les formes des nébuleuses les plus vastes ne paraissent pas définissables : elles n'offrent pas un contour régulier. »

Ainsi, grandeur, résistance à l'analyse, irrégularité, contours indéterminés, voilà autant de caractères qui se trouvent réunis : ce fait est plein de sens. Nous pouvions prévoir *a priori* que les nébuleuses les plus grandes seraient ou insolubles ou fort difficiles à résoudre; car l'insolubilité signifie que la matière précipitée n'est pas fort avancée dans son travail de condensation, et c'est ce qui doit arriver dans une nébuleuse très-étendue. De même pour la forme irrégulière de ces vastes nébuleuses insolubles : on pouvait s'y attendre : leurs contours (Arago les compare aux apparences fantastiques que prennent les nuages poussés et tourmentés par des vents violents et souvent contraires) sont aussi des indices d'une masse qui ne s'est pas encore concentrée par l'effet de l'attraction mutuelle de ses diverses parties. Et enfin, si ces vastes nébuleuses irrégulières et insolubles ont des contours indéfinis, qui se perdent insensiblement dans les ténèbres environnantes, il faut l'interpréter de même.

A prendre les choses en gros (et, de fait, les distances de ces

objets sont trop différentes entre elles, et l'on ne peut parler que pour la moyenne), les nébuleuses en spirale sont plus petites que les nébuleuses irrégulières et solubles, sans toutefois être aussi petites ni aussi solubles que les nébuleuses régulières. C'est ce que l'hypothèse exigeait. Le mouvement en spirale a pour cause un état de concentration où les groupes de flocons sont plus vastes, partant plus visibles, que dans un état antérieur. Bien plus, les formes de ces nébuleuses en spirale s'accordent bien avec notre explication. Les traînées courbes de matière lumineuse qu'elles présentent ne sont pas celles que produiraient des masses plus ou moins distinctes partant d'un état de repos et se mouvant à travers un milieu résistant vers un centre commun de gravité; mais elles sont telles que les produiraient des masses dont le mouvement serait modifié par la rotation du milieu ambiant.

Au centre de toute nébuleuse en spirale, on voit une masse plus lumineuse à la fois et plus soluble que le reste. Admettons que, dans la suite des temps, les traînées en spirale de matière lumineuse qui convergent vers ce centre tendent à s'y absorber, comme il est inévitable; admettons aussi que les flocons ou autres masses distinctes dont sont formées ces traînées se condenseront en masses plus considérables à mesure qu'ils s'approcheront du groupe central, ce qui est aussi un résultat nécessaire; alors le produit dernier sera un groupe globulaire composé de ces masses énormes et qui sera plus facile à analyser. L'union et la concentration des parties se poursuivant, les masses composantes deviendront par degrés moins nombreuses, plus grosses, plus brillantes, et formeront

un amas plus serré autour du centre de gravité commun. Or voyez si cette conclusion ne s'accorde pas entièrement avec les faits observés. « La forme circulaire est la caractéristique ordinaire des nébuleuses solubles, » dit Arago. « Les nébuleuses solubles, dit sir John Herschel, sont presque sans exception rondes ou ovales. » En outre, c'est d'ordinaire au centre du groupe que les masses composantes sont le plus étroitement serrées ; or il est prouvé qu'avec la loi de gravitation, aujourd'hui étendue aux étoiles mêmes, cette disposition n'est pas un état d'équilibre, mais suppose une concentration graduelle. Et enfin, si nous avons induit que la condensation devait, selon les cas, avoir atteint un degré plus ou moins avancé, nous voyons en fait qu'il existe des nébuleuses à tous les degrés de solubilité, depuis celles qui sont formées d'une quantité innombrable de petites masses distinctes, jusqu'à celles où se montrent seulement quelques grands corps, dignes déjà du nom d'étoiles.

Ainsi, nous arrivons à ces deux résultats : d'abord la théorie, qu'on a acceptée sans examen dans ces dernières années, et qui assimile les nébuleuses à des amas blanchâtres d'étoiles, très-éloignées de nous, et semblables à ceux dont est faite notre voie lactée, cette théorie ne peut se concilier avec les faits et nous conduit à des absurdités. Ensuite, l'hypothèse de la condensation des nébuleuses s'accorde avec les résultats les plus récents de l'astronomie stellaire ; bien plus, elle nous met à même d'expliquer diverses apparences qui sans elle demeureraient incompréhensibles.

Maintenant descendons jusqu'au système solaire, et consi-

dérons d'abord une classe de phénomènes qu'on peut en un sens appeler transitoires, ceux que présentent les comètes. Dans les comètes, nous voyons encore aujourd'hui une matière pareille à celle dont est sorti, selon l'hypothèse de la nébuleuse, le système solaire. Pour expliquer ces corps célestes, il nous faut remonter au temps où la matière de laquelle sont nés le soleil et les planètes n'était point encore concentrée.

Quand une matière diffuse se met à donner un précipité dans un milieu plus rare qu'elle, il ne peut manquer de se produire çà et là de petits flocons, qui demeurent suspendus par l'effet soit des courants locaux, soit des attractions de sens contraires exercées sur eux par les masses environnantes : ainsi, dans un ciel serein, se forment de légères nuées. Dans une nébuleuse en voie de concentration, ces flocons finiront, le plus souvent, par se fondre avec les flocons plus considérables de leur voisinage. Toutefois, il est assez clair que plusieurs d'entre les plus éloignés de ces petits flocons, nés sur les plus extrêmes frontières de la nébuleuse, ne se fondront *pas* avec les masses plus intérieures et plus considérables, et ne feront que les suivre lentement sans les rejoindre. La raison en est dans la résistance proportionnellement plus grande que le milieu leur oppose. Si une plume tombe dans l'air en même temps qu'une masse de plumes échappée d'un coussin qu'on vide, la première sera bientôt dépassée : de même, dans la marche commune vers le centre de gravité du système, les flocons de vapeur les plus éloignés seront laissés en arrière par les grandes masses de vapeur plus rapprochées du milieu. D'ailleurs, nous n'en sommes pas réduits ici aux seules preuves

de raisonnement. L'observation nous montre *qu'en fait* les parties extérieures, moins condensées, des nébuleuses, sont laissées en arrière par les portions intérieures et plus condensées Toute nébuleuse, même régulière, dans un fort télescope, paraît environnée de traînées lumineuses, dont les directions montrent qu'elles tendent à s'absorber dans l'ensemble. Avec un télescope plus puissant encore, elle laisse voir des traînées plus petites, plus pâles, et dispersées sur un rayon plus vaste. Et, l'on n'en saurait douter, les fragments plus faibles, qu'aucun télescope ne rend saisissables à notre vue, sont encore plus nombreux et plus dispersés. Ainsi l'observation confirme, dans une certaine mesure, l'induction.

Admettons que la grande majorité de ces portions éparses de matière nébuleuse sera absorbée par la masse centrale bien avant que celle-ci ait pris une forme déterminée; il est probable toutefois que plusieurs d'entre les plus petites et les plus lointaines auront un autre sort, qu'avant leur arrivée dans le voisinage de la masse cette dernière se sera condensée sous un volume relativement moyen. Quels seront alors les caractères de ces portions tard venues?

D'abord, elles auront des orbites d'nne extrême excentricité. Abandonnées à un moment où elles gravitaient vers le centre commun selon des trajectoires à peine courbes, n'ayant dès lors que de très-faibles vitesses angulaires, elles s'approcheront de la masse principale en suivant des ellipses extrêmement allongées; elles en feront rapidement le tour et s'enfuiront dans l'espace. C'est-à-dire qu'elles se conduiront exactement comme nous voyons faire les comètes, dont les

orbites sont d'ordinaire trop excentriques pour se distinguer d'une parabole.

En second lieu, elles arriveront de tous les points du ciel. Dans notre hypothèse, elles ont été abandonnées en un temps où la masse nébuleuse avait une forme irrégulière et n'avait pas acquis un mouvement de rotation déterminé; d'ailleurs il n'y a pas de raison de croire qu'elles se soient détachées sur un point de la nébuleuse plutôt que sur un autre; en conséquence, elles devront arriver vers la masse centrale de tous les points de l'espace. C'est justement encore ce qui arrive. Différent en cela des planètes, dont les orbites sont toutes voisines d'un même plan, les orbites des comètes n'ont pas d'analogies de situation : elles coupent le plan de l'écliptique sous tous les angles.

En troisième lieu, et pour les mêmes raisons, les flocons les plus lointains de matière nébuleuse, au commencement de leur course vers le centre commun, seront déviés de la ligne droite non pas tous d'un seul côté, mais chacun du côté que sa forme exigera. Ayant été laissés en arrière avant le début de la rotation de la nébuleuse, ils garderont chacun son mouvement individuel. De là, suivant la masse dans son retrait, ils pourront venir en faire le tour d'un côté aussi bien que de l'autre; ils marcheront indifféremment de la gauche à la droite, ou de la droite à la gauche. Ici encore, l'induction corespond parfaitement aux faits. Au contraire des planètes, qui toutes font le tour du soleil en allant de l'ouest à l'est, les comètes exécutent leur révolution aussi souvent de l'ouest à l'est que de l'est à l'ouest. Sur 210 comètes connues jusqu'en 1855, 104 sont

directes, et 106 rétrogrades. Ce partage égal est justement ce que le calcul des probabilités eût fait prévoir.

Enfin, quatrièmement, la constitution physique des comètes est tout à fait d'accord avec l'hypothèse. La capacité de la matière nébuleuse à se condenser et à prendre une forme définie est en raison de sa masse. Pour que ses atomes élémentaires se rapprochent à la distance où la combinaison chimique devient possible, c'est-à-dire où peut se produire une matière plus dense, il faut que leur répulsion soit surmontée. Or la seule force qui s'oppose à cette répulsion, c'est la gravitation des uns vers les autres. Pour que celle-ci engendre une pression et une chaleur assez intenses, il faut que ces atomes s'accumulent en masses prodigieuses, et, même alors, le rapprochement ne peut se produire que lentement, au fur et à mesure du dégagement de la chaleur produite. Avec une faible quantité d'atomes et par suite une faible quantité de force attractive, rien ne forcera les atomes à s'unir. D'où cette conclusion, que ces fragments isolés de matière nébulaire resteront dans leur état primitif. C'est ce qui a lieu. Les comètes sont formées d'une matière extrêmement rare, dont les caractères, indiqués dans la description déjà citée de sir John Herschel, ressemblent à ceux qui devaient, selon nos conclusions, appartenir à une masse nébuleuse à demi condensée.

Un autre fait encore, et plein de sens, est celui qu'on remarque dans la distribution des comètes. Elles viennent de tous les coins du ciel ; toutefois elles ne sont pas également abondantes partout ; elles sont bien plus nombreuses au voisinage des pôles de l'écliptique que de ce plan. En général, les comè-

tes dont l'orbite est dans un plan très-incliné sur l'écliptique ont le grand axe de leur orbite également très-incliné sur l'écliptique ; elles viennent de latitudes élevées. Non que les deux faits soient liés nécessairement : le plan de l'orbite *pourrait* se trouver très-incliné sur l'écliptique, le grand axe n'y étant que fort peu incliné. Mais, comme ce cas ne se présente pas d'ordinaire, on est en droit de dire qu'*en moyenne* toute orbite de comète qui est fortement inclinée a un grand axe fortement incliné. Donc, si les orbites de comètes coupant l'écliptique sous un angle considérable sont les plus nombreuses, c'est que les grands axes coupant l'écliptique sous un angle considérable sont en majorité. Or il en est ainsi pour les orbites des comètes, comme on peut le voir par la table suivante, qu'a dressée M. Arago ; j'y ai ajouté une colonne, donnant les résultats recueillis dans les deux années qui en ont suivi la rédaction :

INCLINAISONS	NOMBRE DE COMÈTES en 1831	NOMBRE DE COMÈTES en 1853.	NOMBRE DE COMÈTES en 1855.
De 0° à 10°	9	19	19
De 10° à 20°	13	18	19
De 20° à 30°	10	13	14
De 30° à 40°	17	22	22
De 40° à 50°	14	35	36
De 50° à 60°	23	27	29
De 60° à 70°	17	23	25
De 70° à 80°	19	26	27
De 80° à 90°	15	18	19
Totaux. . .	137	201	210

A première vue, cette table ne semble pas justifier notre affirmation. Si l'on admet, entre l'inclinaison de l'orbite de la comète et la direction de l'espace d'où elle vient, la relation

générale que nous avons dite, la table paraît donner le résultat suivant : accroissement du nombre des comètes quand on s'élève de l'écliptique au 45e degré ; puis, de là au 90e, diminution. Mais cette diminution apparente vient de ce que l'aire des zones va en décroissant rapidement à l'approche des pôles. Tenant compte de ce fait, nous trouvons que l'accroissement dans la fréquence des comètes continue jusqu'aux plus grandes inclinaisons. Dans la table ci-dessous, où l'ordre des latitudes a été renversé pour la commodité, nous avons pris comme unité d'étendue celle de la zone qui avoisine le pôle, et, comme type de la richesse en comètes, celle de cette même zone ; puis nous avons calculé les aires des autres zones, et les quantités de comètes qu'elles devraient contenir si les comètes étaient distribuées également ; enfin nous avons montré combien les déficits vont croissant quand on descend des pôles à l'écliptique :

ZONES	AIRE DE LA ZONE	NOMBRE de comètes qu'aurait la zone, si elles étaient distribuées également	NOMBRE réel de comètes	DÉFICIT	RICHESSE relative
Du 90e au 80e	1	19	19	0	11,5
Du 80e au 70e	2,98	56,6	27	29,6	5,5
Du 70e au 60e	4,85	92	25	67	3,12
Du 60e au 50e	6,6	125	29	96	2,66
Du 50e au 40e	8,13	154	36	118	2,68
Du 40e au 30e	9,42	179	22	157	1,4
Du 30e au 20e	10,42	198	14	184	0,8
Du 20e au 10e	11,1	210	19	191	1,04
Du 10e au 0	11,5	218	19	199	1

A la rigueur, le calcul devrait être rapporté non à l'écliptique, mais à l'équateur du soleil ; et la progression pourrait alors nous apparaître ou plus ou moins régulière. Elle changerait sans

doute aussi quelque peu, si le calcul était fondé non sur les inclinaisons des orbites, mais sur celles des grands axes. Toutefois, tel qu'il est, le résultat est assez clair : sans doute, en disant que les comètes sont 11 fois 1/2 plus abondantes au voisinage des pôles de l'écliptique qu'au voisinage de ce plan, on n'a peut-être qu'une grossière approximation de la vérité ; mais ce contraste frappant subsisterait vraisemblablement encore, sans grande altération, après toutes les corrections.

Maintenant, quel est le sens de ce fait? Ce fait a plusieurs sens. Il renverse la supposition, admise par Laplace entre autres, et qui fait des comètes des corps jadis errants dans l'espace ou empruntés à d'autres systèmes, car alors il y a une infinité de chances contre une pour que les orbites de ces corps errants ne dussent avoir aucun rapport défini avec le plan du système solaire. Par la même raison, le même fait condamne l'hypothèse de Lagrange, qui a d'ailleurs d'autres côtés faibles, et qui fait naître les comètes de catastrophes planétaires, semblables à celle d'où seraient sorties, à ce qu'on croit, les astéroïdes. Ce fait nous prouve que les comètes ne sont pas des membres *accidentels* du système solaire, mais des membres *essentiels* ; qu'elles font partie intégrante de sa structure au même titre que les planètes. Si les comètes abondent autour de l'axe du système solaire et diminuent à l'approche de son plan de rotation, c'est que la formation des comètes a suivi une certaine *loi*, une loi qui n'est pas sans rapport avec la formation du système solaire.

Y a-t-il à cet arrangement quelque cause, de celles qu'on nomme causes finales ? Impossible d'en découvrir une : jusqu'au

jour où l'on aura trouvé aux comètes quelque utilité probable, on ne pourra par aucune raison montrer qu'elles devaient être distribuées comme elles le sont. Mais, si nous considérons la question à la manière du physicien, nous voyons que les comètes forment comme une antithèse aux planètes : d'abord par leur faible densité, leurs mouvements qui sont indifféremment directs ou rétrogrades, l'excentricité de leurs orbites, les directions variées de ces orbites; ensuite, et plus évidemment encore par ce fait que, au lieu d'avoir, dans leur distribution, une tendance vers le plan de rotation de la nébuleuse, comme les planètes, elles ont une tendance vers l'axe [1]. Sans essayer de rendre compte de cette relation, on voit bien, par cela seul qu'elle existe, que les comètes sont nées par voie d'évolution ; et ce fait nous reporte à un temps auquel la matière dont est fait aujourd'hui le système solaire était épandue jusqu'à ces lointaines régions de l'espace, où les comètes s'enfoncent.

Maintenant, voyez combien différemment les autres hypothèses se comportent en face de cette classe de phénomènes. Pour l'hypothèse généralement reçue, les comètes sont une pierre d'achoppement. Comment se fait-il qu'il existe des centaines (et probablement des milliers) de masses gazeuses d'une extrême rareté, roulant çà et là autour du soleil ? C'est ce qu'elle ne saurait expliquer. Rien n'est moins propre que cette hypothèse à rendre compte de leurs constitutions physiques, de

1. Un fait digne de remarque et qui donne à penser, c'est qu'il y a un rapport du même genre entre la distribution des nébuleuses et l'axe de la voie lactée où nous sommes. De même que les comètes sont abondantes autour des pôles de notre système solaire, et rares auprès de son plan de rotation, de même les nébuleuses abondent auprès des pôles de notre système stellaire et sont rares dans le voisinage de son équateur.

leurs mouvements variés et excentriques, ou de leur distribution. L'hypothèse de l'évolution, au contraire, non-seulement nous fournit cette réponse, applicable à toutes, qu'elles sont des produits secondaires du progrès du système ; elle nous permet encore une sorte d'explication de quelques particularités de détail.

Mais en voilà assez sur ces corps errants ; venons-en aux membres plus connus et plus importants du système solaire. L'harmonie frappante qui règne entre leurs mouvements à tous fut ce qui donna à Laplace la première idée de sa théorie : dès lors, il les vit naître tous par une seule et même genèse. Sir William Herschel, en observant les nébuleuses, avait été amené à concevoir les étoiles comme des amas condensés d'une matière diffuse ; de même Laplace, en observant la structure du système solaire, en vint à penser qu'un mouvement de rotation, imprimé à une matière en voie de condensation, pouvait seul en expliquer les particularités. Dans son *Exposition du système du monde* [1], il dénombre comme il suit les principales raisons en faveur de cette théorie du développement : 1° les mouvements des planètes, qui se font dans la même direction et presque dans le même plan ; 2° les mouvements des satellites, dirigés comme ceux des planètes ; 3° la rotation de ces différents corps et du soleil, qui se fait dans la même direction que leurs révo-

1. L'*Exposition du système du monde*, où Laplace présente, en terminant, l'hypothèse de la nébuleuse, n'est que de 1796. Or, dès 1755, Kant, dans sa *Naturgeschichte des Himmels*, avait exposé la même théorie. Laplace n'a donc pas le mérite de la priorité. Toutefois il paraît bien avoir ignoré le livre de Kant, et, de plus, il a le premier donné à l'hypothèse un fondement mathématique. — L'histoire de cette découverte a été exposée d'une façon ingénieuse par M. O. Liebmann, *Zur Analysis der Wirklichkeit*, p. 353-361.
(TR.)

lutions et dans des plans peu différents; 4° la faible excentricité des orbites des planètes et des satellites, opposée à l'excentricité considérable des orbites des comètes. Et il y avait, d'après ses calculs, deux cent mille milliards à parier contre un que ces mouvements harmoniques avaient une cause commune.

Cette probabilité si haute, remarquez-le, ne se rapporte pas à l'existence d'une cause commune telle qu'on l'entend ordinairement, d'une puissance invisible, agissant à la façon d'un « grand Ouvrier », mais bien à une puissance invisible dont le procédé se nomme évolution. Car, si les défenseurs de l'hypothèse vulgaire peuvent alléguer une raison de stabilité en faveur de la révolution des planètes dans un même sens et à peu près dans un même plan, ils ne peuvent expliquer de même l'identité de direction de tous les mouvements de rotation. L'équilibre mécanique du système n'aurait pas eu à souffrir, quand même le soleil n'aurait eu aucun mouvement de rotation, ni quand même il eût tourné sur son axe en sens inverse de la révolution des planètes, ou selon une direction perpendiculaire à leurs orbites. Il n'y aurait pas eu plus de danger à ce que la révolution de la Lune se fît en sens inverse de la rotation de la terre, ni à ce que le mouvement des satellites autour de Jupiter fût opposé au mouvement de Jupiter sur son axe, ni à ce qu'il en fût de même pour ceux de Saturne. Puis donc que nulle de ces possibilités n'a été réalisée, l'uniformité des faits exige, ici comme toujours, qu'on les rapporte à quelque loi générale qui les commande; elle suppose ce qu'on nomme une causalité naturelle, c'est-à-dire l'opposé d'un arrangement arbitraire.

Ainsi l'hypothèse de l'évolution serait la seule probable, alors même que nous n'aurions pas de lumières sur le genre particulier d'évolution dont il s'agit. Mais quand un mathématicien dont l'autorité ne le cède à nulle autre vient nous offrir une théorie précise de cette évolution, qu'il fonde sur des lois mécaniques démontrées, et qui rend compte de ces divers détails, ainsi que de beaucoup d'autres faits secondaires, alors il est impossible de ne pas conclure que le système solaire *s'est* formé par évolution.

Il n'est guère nécessaire d'exposer les traits principaux de la théorie de Laplace. Les livres d'as tonomie populaire ont rendu ses conceptions familières à la plupart des lecteurs ; on sait que, d'après lui, la matière aujourd'hui concentrée sous la forme du système solaire formait jadis un vaste sphéroïde tournant sur son axe, très-peu dense, et dont le rayon surpassait celui de l'orbite de Neptune ; à mesure que le sphéroïde se contractait, sa vitesse de rotation croissait par le fait même ; la force centrifuge augmentant ainsi, la zone équatoriale se trouvait de temps en temps dans l'impossibilité de suivre davantage la masse en voie de condensation, restait alors en arrière, et donnait un anneau en révolution ; chacun des anneaux tournants, ainsi détachés à diverses époques, finissait par se rompre en son point le plus faible, se ramassait sur lui-même, et par degrés se formait en une masse animée d'un mouvement rotatoire ; cette masse, comme la masse-mère, acquérait une rotation plus vive à mesure que son volume décroissait, laissait à son tour des anneaux, qui enfin tombaient à l'état de sphéroïdes en rotation ; et ainsi de

ces anneaux primaires et secondaires sortaient planètes et satellites, tandis que de la masse centrale naissait le soleil. On sait également assez que cette déduction *a priori* s'accorde avec les résultats de l'expérience. Le docteur Plateau [1] a fait voir qu'une masse fluide, protégée autant que possible contre l'action des forces extérieures, et à laquelle on imprime une rotation de vitesse suffisante, donne des anneaux indépendants ; que ces anneaux se rompant forment des sphéroïdes qui tournent sur leurs axes dans la même direction que la masse centrale. Ainsi, soit donnée une nébuleuse primitive, animée d'un mouvement gyratoire, lui-même acquis comme nous l'avons déjà dit, et qui à la longue s'est condensée en un vaste sphéroïde gazeux tournant sur son axe ; et, avec cette donnée, les principes de la mécanique font le reste. On peut prédire la formation d'un système solaire, animé de mouvements pareils à ceux qu'on observe dans le nôtre ; et le raisonnement qui appuie cette prédiction est confirmé par l'expérience [2].

1. Voici, en ce qu'elle a d'essentiel, l'expérience de M. Plateau : — Étant donné un vase plein d'eau, au milieu de cette eau on introduit, avec une pipette, une petite quantité d'un mélange d'huile lourde et d'huile légère, dont la quantité est exactement 1. Ce mélange a été d'avance coloré. Placé dans l'eau, il se trouve dans la condition d'un corps soustrait à toute attraction extérieure. Or, on le voit aussitôt prendre la forme d'une sphère. Si par le centre de cette sphère on fait passer un axe mince de métal, et qu'on imprime à cet axe un mouvement de rotation, ce mouvement se communique à la masse d'huile, qui ainsi représente un corps libre dans l'espace, tournant sur lui-même. Alors, on la voit peu à peu s'aplatir aux pôles, se renfler à l'équateur ; puis la zone équatoriale se détache, forme un anneau, etc. : en un mot, on assiste là à un spectacle fort semblable à celui que présente, suivant Laplace, une nébuleuse en voie de condensation. (TR.)

2. A vrai dire, sous la forme que Laplace leur a donnée, ces propositions ne sont pas à l'abri de toute critique. Un astronome de la plus grave autorité, qui a eu la bonté de m'adresser quelques objections sur cet essai, affirme que, au lieu d'un anneau nébuleux se rompant en un seul point et se ramassant en une

Voyons maintenant si, outre ces caractères, les plus marquants de ceux qu'offre le système solaire, il n'y en aurait pas d'autres, secondaires, et qui s'expliqueraient de même. Commençons par le rapport qu'il y a entre les plans des orbites planétaires et le plan de l'équateur du soleil. Si, au temps où la nébuleuse dépassait l'orbite de Neptune, toutes ses parties avaient exécuté leur révolution dans un même plan, ou plutôt dans des plans parallèles, si toutes avaient eu un seul et même axe, alors les plans des anneaux successivement détachés auraient tous coïncidé ensemble et avec le plan de rotation du soleil. Mais il suffit de remonter aux âges primitifs de la concentration pour voir qu'il ne pouvait y avoir alors rien de pareil à un mouvement tout à fait uniforme de l'ensemble. Les flocons qui, nous l'avons déjà fait voir, formaient un précipité au milieu d'une nébuleuse irrégulière et prodigieusement dilatée, et qui se dirigeaient de toutes parts vers leur centre commun de gravité, devaient se mouvoir non dans un plan, mais dans une infinité de plans, se coupant entre eux sous tous les angles possibles.

Peu à peu s'établit un mouvement gyratoire, dont nous avons déjà prévu la production, et semblable à celui dont nous voyons aujourd'hui les indices dans les nébuleuses spirales :

masse unique, il y a toutes chances pour que l'anneau se brise en plusieurs masses. Cette hypothèse semble certainement plus probable. Mais admettons qu'un anneau nébuleux se rompe en plusieurs morceaux : on pourra encore, comme il y a à parier une infinité contre un qu'ils ne seront ni équivalents ni équidistants, soutenir qu'ils ne sauraient demeurer ainsi distribués tout autour de l'orbite commune : cette chaîne annulaire de masses gazeuses se réduira à plusieurs groupes de masses; ces groupes finiront par s'unir en groupes plus vastes; et enfin le résultat sera la formation d'une masse unique. J'ai interrogé là-dessus un astronome qui en autorité ne le cède guère au précédent, et il a convenu avec moi que telle serait probablement la marche des choses.

c'est un premier pas vers le mouvement dans un seul plan, le plan du plus grand moment. Mais ce plan ne peut se fixer que lentement. Les flocons qui ne se meuvent pas dans ce plan, et qui viennennt s'unir au tout, sous tous les angles imaginables, tendront à achever leurs révolutions autour du centre commun en persévérant dans leurs plans propres ; c'est seulement à la longue que leurs mouvements seront en partie détruits par des mouvements contraires, en partie absorbés dans le mouvement de l'ensemble. C'est surtout les parties les plus extérieures de la masse tournante qui garderont longtemps leurs directions plus ou moins indépendantes, car il n'y aura là ni frottement ni attraction du centre assez énergiques pour les gêner beaucoup. Il est donc probable que les anneaux détachés en premier lieu s'éloigneront beaucoup du plan moyen du système, et que les derniers détachés s'en éloigneront peu. Ici encore, l'expérience confirme en une large mesure la théorie. La progression sans doute n'est pas régulière, mais en moyenne les inclinaisons décroissent à mesure qu'on approche du soleil.

Maintenant, considérons le mouvement des planètes sur leurs axes. C'était, aux yeux de Laplace, une preuve de la communauté d'origine des planètes, que le sens de leur rotation (il est le même que celui de leur révolution autour du soleil) et la situation de leurs axes (à peu près perpendiculaires sur leurs orbites). Depuis Laplace, on a découvert une exception à cette règle générale, et une seconde plus récemment encore; elles concernent l'une Uranus, l'autre Neptune, du moins en ce qui regarde les mouvements de leurs satellites. Cette anomalie a paru à plusieurs porter une grave atteinte à la probabilité

de la théorie, et à première vue ce jugement paraît vrai. Mais, en y réfléchissant un peu, on va voir, je l'espère, que cette anomalie n'a rien d'inexplicable; seulement Laplace est allé trop loin en regardant comme un des résultats inévitables de l'évolution d'une nébuleuse ce qui n'en est, en de certains cas, qu'un accompagnement probable. La cause déterminante du sens de la rotation était, selon lui, la supériorité de la vitesse absolue des parties extérieures de l'anneau détaché. Mais il y a telles circonstances où cette différence de vitesse peut être négligeable ou même nulle, et telles autres où, bien qu'importante, elle ne suffira pas à déterminer le sens de la rotation.

Premier point à noter : les différentes couches d'un sphéroïde nébuleux en voie de concentration, en vertu de leur origine, ne pourront guère se mouvoir avec une seule et même vitesse angulaire; il faudrait, pour égaliser leurs vitesses, un frottement prolongé pendant un temps indéfini, et c'est surtout les couches les plus extérieures qui devront conserver le plus longtemps leur mouvement particulier : nous venons d'en dire les raisons. Il se peut donc que, dans les anneaux les premiers détachés, les rebords extérieurs n'aient pas une vitesse absolue supérieure à celle du reste; les planètes qui en naîtront auront alors une rotation rétrograde. En outre, il faut tenir compte de la coupe de l'anneau, et cette coupe peut différer plus ou moins d'un cas à l'autre. Mais ici, pour être clair, il me faut recourir à un exemple. Prenons une orange : le calice et le pétiole nous figureront les pôles; enlevons une bande de peau selon l'équateur; plaçons sur une table cette bande, en en re-

joignant les bouts : elle formera un anneau comparable à un cercle de tonneau, cet anneau ayant une épaisseur très-faible dans le sens de son diamètre, mais une largeur considérable dans le sens de la perpendiculaire à son diamètre. Maintenant, au lieu d'une orange, qui est un sphéroïde à peine aplati, prenons un sphéroïde très-aplati, à peu près pareil à une lentille d'une faible convexité. Si, sur le rebord ou équateur de ce sphéroïde lenticulaire, on découpait un anneau de médiocre volume, il différerait du précédent en ce qu'il aurait sa plus grande épaisseur dans le sens du diamètre et non dans le sens perpendiculaire ; ce serait un anneau assez comparable à un disque, mais beaucoup plus mince. Ainsi donc, selon le degré d'aplatissement d'un sphéroïde en rotation, l'anneau qui s'en détachera aura la forme d'un cerceau ou celle d'un disque.

Autre fait à noter : dans un sphéroïde très-plat, ou lenticulaire, l'anneau changera de forme selon son volume. Un anneau très-mince, formé de la seule superficie de l'équateur, ressemblera à un cerceau ; un anneau d'une masse notable, mordant jusqu'à une certaine profondeur sur le diamètre du sphéroïde, sera de forme discoïde. Ainsi, selon l'aplatissement du sphéroïde et le volume de l'anneau détaché, cet anneau aura sa plus grande épaisseur dans le sens de son plan ou dans le sens perpendiculaire. Or cette circonstance aura une action marquée sur la rotation de la planète qui doit en naître. Dans un anneau nébuleux qui aura bien nettement la forme d'un cerceau, les différences de vitesse entre la surface interne et l'extérieur seront très-faibles ; et un tel anneau, venant à se ramasser en une masse dont le plus grand dia-

mètre est à angle droit avec le plan de l'orbite, communiquera presque sûrement à cette masse une tendance prédominante à exécuter sa rotation dans un sens perpendiculaire au plan de l'orbite. Si l'anneau n'a pas une forme aussi marquée de cerceau, alors la différence de vitesse entre le dedans et le dehors sera plus forte, et les forces contraires, l'une qui tend à déterminer la rotation dans le plan de l'orbite, et l'autre dans le plan perpendiculaire, s'exerceront simultanément ; et le plan de rotation adopté sera intermédiaire. Enfin, si l'anneau nébuleux est bien nettement discoïde, et s'il se ramasse en un corps ayant sa plus grande dimension dans le plan de l'orbite, les deux forces tendront d'ensemble à déterminer la rotation dans ce même plan.

Jetons un regard sur les faits : nous les trouverons, dans la mesure où ils sont accessibles, d'accord avec notre idée. A voir l'immense rayon de l'orbite d'Uranus, et sa masse, qui par comparaison est petite, on peut croire que l'anneau d'où il naquit était mince et par suite avait la forme d'un cerceau, surtout si, comme on a lieu de le penser, la masse nébuleuse était, à cette époque-là, moins aplatie que plus tard. Donc, son plan de rotation dut être presque perpendiculaire sur son orbite, et le sens de la rotation n'avait aucun rapport avec celui de la révolution. Saturne a une masse sept fois aussi grande et une orbite d'un diamètre moitié moindre ; c'est que son anneau originaire, ayant une circonférence au moins deux fois moindre, et une épaisseur verticale de moitié au moins plus petite (car le sphéroïde alors était *aussi* aplati et même *plus* aplati), a dû être considérablement plus large, moins en

forme de cerceau, plus rapproché de la forme discoïde; malgré la différence de densité, il dut avoir une épaisseur au moins double ou triple, mesurée selon le plan de son diamètre. Aussi Saturne a-t-il sa rotation dirigée dans le même sens que sa translation, et dans un plan qui s'écarte de trente degrés seulement de l'autre.

Quant à Jupiter, dont la masse est trois fois et demie celle de Saturne et dont l'orbite est un peu plus de la moitié de la précédente, l'anneau primitif doit, pour les mêmes raisons, être plus large encore, et nous pouvons dire tout à fait discoïde; de là une planète dont le plan de rotation ne s'écarte guère que de trois degrés du plan de l'orbite. Enfin, si l'on considère la petitesse relative de Mars, de la Terre, de Vénus et de Mercure, comme la diminution du rayon des anneaux ne suffit pas à expliquer la petitesse des masses qui en sortent, il faut donc que ces anneaux aient été minces, et qu'ils se soient rapprochés de nouveau de la forme du cerceau; et c'est pour cela que les plans de rotation s'écartent de nouveau sensiblement, quoique plus ou moins, de ceux des orbites. Si l'on tient compte de l'aplatissement progressif du sphéroïde primitif aux divers moments de la condensation, et de la masse plus ou moins grande des anneaux détachés, il nous semble que les divers mouvements de rotation des différents corps sont loin de contredire notre hypothèse.

Ce n'est pas seulement le sens, mais aussi la vitesse de la rotation, qui s'explique par là. Il serait naturel de supposer que les grosses planètes tourneront sur elles-mêmes avec plus de lenteur que les petites : c'est ce que nos expériences à la

surface de la terre nous portent à croire. Eh bien! c'est un corollaire de l'hypothèse de la nébuleuse, surtout entendue comme nous l'avons dit, que les grosses planètes doivent avoir une rotation rapide, et les petites l'avoir lente. C'est ce que l'observation vérifie. Toutes choses égales d'ailleurs, une masse nébuleuse en voie de concentration, qui occupe un vaste espace, et dont les parties extérieures ont par suite à parcourir un long chemin pour arriver à leur centre de gravité commun, doit acquérir une vitesse de rotation considérable au cours de sa condensation; et c'est le contraire pour une faible masse. La différence doit s'accroître encore quand la forme de l'anneau primitif contribue encore à accroître la vitesse de rotation. Toutes choses égales d'ailleurs, un anneau primitif qui a sa plus grande épaisseur dans la direction de son rayon produira une masse dont la vitesse de rotation dépassera celle d'une masse sortie d'un anneau qui a sa plus grande épaisseur dans le sens vertical; et si l'anneau est épais non-seulement par comparaison, mais absolument parlant, la rotation sera très-rapide. Ces conditions, nous l'avons vu, ont été remplies en ce qui concerne Jupiter, et Jupiter roule sur son axe en moins de dix heures. Saturne, en qui ne se sont pas aussi bien rencontrées les conditions favorables à une rotation rapide, y met dix heures et demie. Au contraire, Mars, la Terre, Vénus et Mercure, dont les anneaux doivent avoir été minces, ont besoin de plus du double de ce temps; et les plus petites sont les plus lentes.

Des planètes, arrivons aux satellites. Ici, il y a d'abord les faits remarquables que l'on signale d'ordinaire : ils accom-

plissent leur révolution dans le même sens que leur rotation, dans des plans qui s'écartent peu de leur équateur et dans des orbites presque circulaires; mais, en outre, il y a plusieurs traits significatifs qu'il ne faut pas omettre.

En voici un d'abord : c'est que chaque groupe de satellites offre une miniature du groupement des planètes autour du soleil, d'abord pour les particularités susdites, puis quant à l'ordre de grandeur. Quand on va dans le système solaire du dehors au centre, on rencontre quatre grandes planètes extérieures, et puis quatre intérieures qui sont relativement petites. Même contraste entre les satellites intérieurs et extérieurs de chaque planète. Les quatre satellites de Jupiter observent entre eux cet ordre, autant que le permet leur petit nombre; les deux du dehors sont les plus grands, et les deux du dedans les plus petits. D'après les plus récentes observations de M. Lassell, il en est de même des quatre satellites d'Uranus. Pour Saturne, qui a huit planètes secondaires tournant autour de lui, la ressemblance est plus frappante encore, tant pour l'arrangement que pour le nombre : les trois satellites extérieurs sont gros, ceux du dedans sont petits; et, quant à leurs grandeurs, les différences sont ici bien plus marquées : le plus gros égale presque Mars, et le plus petit se laisse à peine voir dans les meilleurs télescopes.

D'ailleurs, l'analogie ne s'arrête pas là. De même que, pour les planètes, il y a d'abord progression dans la grandeur, quand on s'avance de Neptune, et d'Uranus qui n'en diffère guère, à Saturne, qui est beaucoup plus gros, et à Jupiter, le plus énorme de tous; de même, pour les huit satellites de

Saturne, le plus gros n'est pas le plus extérieur, mais le second avant-dernier; de même, pour les quatre de Jupiter, le plus grand est l'avant-dernier.

Or ces analogies ne s'expliquent pas avec la théorie des causes finales. S'il s'agit d'éclairage, et qu'on attribue cette utilité à ces corps secondaires, il eût été bien meilleur que les plus gros fussent les plus voisins : dans l'état présent, leur éloignement les rend d'un moins bon service que les plus petits. Mais, pour l'hypothèse de la nébuleuse, ces analogies sont une nouvelle force. Elles sont les signes d'une cause physique commune. Elles supposent dans la formation du tout une *loi*, qui vaut pour les systèmes secondaires aussi bien que pour le principal.

Il y a plus de lumière encore à tirer de la façon dont sont répartis les satellites, manquant ici, se trouvant là, et en plus ou moins grande abondance. C'est ici que la doctrine du plan préconçu est impuissante! Essayera-t-on de dire que les planètes plus voisines que nous du soleil n'ont pas besoin de lune? D'abord leurs nuits étant aussi obscures, et même, par comparaison avec leurs jours splendides, plus obscures que les nôtres, le besoin est bien aussi pressant; et, de plus, que dire de Mars, qui, étant une fois et demie plus loin que nous du soleil, n'a pas de lune? Et comment expliquer le sort d'Uranus, qui, deux fois plus éloigné que Saturne, n'a pourtant qu'une fois et demie autant de lunes? Mais, si l'explication vulgaire est ici insoutenable, l'hypothèse de la nébuleuse nous permet de tout comprendre. Elle nous met en état de prédire, à l'aide d'un calcul plus compliqué, où les satellites devaient

abonder, où ils devaient manquer. Suivez ce raisonnement.

Dans un sphéroïde nébuleux qui se concentre en forme de planète, il y a en activité et en opposition deux forces : la force centripète et la force centrifuge. Tandis que la gravitation tend à réunir tous les atomes du sphéroïde, leur moment tangentiel peut se résoudre en deux composantes, dont l'une est opposée à la gravitation. Le rapport de cette force centrifuge à la gravitation varie, toutes choses égales d'ailleurs, comme le carré de la vitesse. Par suite, la condensation d'un sphéroïde nébuleux tournant sur son axe sera combattue plus ou moins puissamment par cette tendance centrifuge de ses particules, selon que la rotation sera plus ou moins énergique : la résistance à la condensation dans des sphéroïdes égaux devenant quadruple quand la vitesse de rotation double, neuf fois plus grande quand cette vitesse triple, et ainsi de suite. Maintenant, pour que d'une masse nébuleuse, en voie de produire une planète, il se détache un anneau, il faut qu'à la zone équatoriale de cette masse la force centrifuge produite par la concentration soit arrivée à balancer la gravitation. Il est assez clair dès lors qu'il se détachera plus souvent des anneaux de l'une des masses où le rapport de la force centrifuge à la gravitation est le plus grand. Sans doute, on ne peut calculer le rapport primitif de ces deux forces dans le sphéroïde d'où chaque planète est née, mais on peut déterminer où il a été le plus grand et où le plus petit. A vrai dire, le rapport actuel de la force centrifuge à la gravité, à l'équateur de chaque planète, diffère grandement de ce qu'il a été aux temps primitifs de la condensation; à vrai dire encore, le changement

qu'a subi ce rapport dépend de la quantité dont chaque planète s'est contractée et par suite n'a pas été le même en deux planètes différentes; pourtant on peut bien admettre que, là où ce rapport est encore aujourd'hui plus grand qu'ailleurs, il a dû l'être aussi dès le commencement. La tendance que chaque planète a eue à former des satellites sera à peu près indiquée par la proportion qui chez elle existe actuellement entre la force de condensation et la force jadis opposée à la condensation. En faisant le calcul, on découvre un merveilleux accord entre cette prévision et les résultats. La table suivante donne en chaque cas le rapport de la force centrifuge à la force centripète, puis le rapport entre cette fraction et le nombre de satellites de la planète :

MERCURE	VÉNUS	LA TERRE	MARS	JUPITER	SATURNE	URANUS
$\frac{1}{362}$	$\frac{1}{282}$	$\frac{1}{289}$ 1 satellite	$\frac{1}{326}$	$\frac{1}{14}$ 4 satellites	$\frac{1}{6,2}$ 8 satellites et 3 anneaux	$\frac{1}{9}$ 4 satellites (ou 6 selon Herschel)

Ainsi, prenant pour type la Terre avec son unique lune, nous voyons que Mercure et Mars, où la force centrifuge est moindre, n'a pas de lune. Jupiter, où elle est beaucoup plus grande, en a quatre. Uranus, où elle est encore plus considérable, en a sûrement quatre, et probablement davantage. Saturne, où elle atteint le plus haut degré, puisqu'elle égale presque le sixième de la pesanteur, possède, en y comprenant les anneaux, onze subordonnés. Le seul cas où la concordance

de l'observation avec l'induction fait défaut est celui de Vénus. Ici, la force centrifuge est relativement un peu plus énergique que sur la terre; et, d'après l'hypothèse, Vénus devrait avoir un satellite. Mais il y a deux moyens d'expliquer cette anomalie apparente. Plus d'un astronome a affirmé que Vénus a un satellite. Cassini, Short, Montaigne de Limoges, Roedkier et Montbarron déclaraient l'avoir vu; et Lambert en a calculé les éléments. Admettons pourtant qu'ils se sont mépris; reste toujours ce fait, qu'on varie sur l'estimation du diamètre de Vénus, et qu'avec un léger changement dans les données, la fraction serait plus petite, au lieu d'être plus grande, que celle de la Terre. Enfin tenons le désaccord pour prouvé : la concordance en question, même avec cette restriction, serait encore à nos yeux une des plus puissantes confirmations de l'hypothèse de la nébuleuse [1].

En entrant davantage dans le détail, on trouve certains caractères des satellites qu'il faut signaler parce qu'ils donnent à penser. D'abord le rapport entre la période de révolution et la période de rotation. On ne voit pas en quoi il peut être utile que la Lune tourne sur son axe dans le même temps qu'elle met à faire le tour de la Terre; quant à nous, nous nous accommoderions aussi bien d'une rotation plus rapide de ce satellite; et quant aux habitants de la Lune s'il y en a,

1. Depuis la publication de cet essai, les données des calculs précédents ont été changées par cette découverte que la distance du soleil est de 3 millions de milles (4,800,000 kil.) moindre qu'on ne croyait. De là une diminution dans l'estimation de sa masse et de celle des autres planètes (excepté la terre et la lune). Comme on n'a pas encore publié un calcul rectifié de ces mesures, la table a été réimprimée dans sa forme première. Mais il s'agit d'une diminution pouvant aller à un dixième et qui n'altère pas essentiellement les rapports indiqués ci-dessus.

ils s'en trouveraient beaucoup mieux. On pourrait encore supposer que cette égalité est un fait du hasard; mais, comme le dit Laplace, il y a à parier l'infini contre un qu'il n'en est rien. Au contraire, si cet arrangement ne s'explique ni par le dessein prémédité ni par un hasard, l'hypothèse de la nébuleuse nous en donne la clef. Dans son *Exposition du système du monde*, Laplace montre, par un raisonnement trop long pour être rapporté ici en détail, que dans les circonstances données cette combinaison de mouvements était bien celle qui avait chance de s'établir.

Les satellites de Jupiter, outre que chacun d'eux offre ces mêmes mouvements synchroniques, montrent aussi entre eux une relation plus remarquable encore. « La vitesse angulaire du premier satellite, augmentée du double de celle du troisième, est égale au triple de celle du second; » et « il en résulte que la situation de deux quelconques des trois étant connue, on peut trouver celle du troisième. » Or de là comme des phénomènes précédents, il ne résulte aucun avantage imaginable. La liaison de ces mouvements ne peut pas davantage être un pur accident : il y a en effet une infinité de chances là contre et une pour. Mais une fois de plus, selon Laplace, l'hypothèse de la nébuleuse nous fournit une solution. Tous ces faits n'ont-ils pas quelque signification?

Mais le plus significatif de tous les phénomènes est celui que présentent les anneaux de Saturne. Laplace l'a dit : ils sont comme autant de témoins encore présents du procédé de formation conçu par cet astronome. Là, nous voyons la matière

gardant encore d'une façon permanente une forme pareille à celles que traversa jadis chaque planète et chaque satellite, et ses mouvements sont précisément tels que le veut l'hypothèse. « La durée de la rotation d'une planète doit donc d'après cette hypothèse, dit Laplace, être plus petite que la durée de la révolution du corps le plus voisin qui circule autour d'elle [1]. » Et là-dessus il remarque que la durée de la rotation de Saturne est à celle de la révolution de ses anneaux comme 427 à 438. C'est bien à une différence de cet ordre qu'on devait s'attendre.

Mais outre l'existence de ces anneaux, outre leurs mouvements si fidèlement conformes à la théorie, il y a un détail plein de sens que Laplace n'a pas remarqué : c'est à savoir le lieu où ils se sont produits. Si le système solaire avait été formé de la façon qu'imagine le vulgaire, il n'y aurait pas de raison pour que les anneaux de Saturne ne se fussent pas tenus à une distance plus grande de la planète. Ou encore, au lieu de donner ces anneaux à Saturne, qui avec ses huit satellites aurait pu s'en passer, il eût mieux valu en doter Mars, pour lui tenir lieu de la lune qui lui manque. Ils auraient aussi été fort bien placés autour d'Uranus, qui, pour s'éclairer, en aurait bien plus besoin. Dans l'hypothèse populaire, redisons-le, il n'y a pas de raison pour qu'ils soient où ils sont plutôt qu'ailleurs. Mais dans l'hypothèse de l'évolution, cet arrangement, au lieu de nous créer une difficulté, nous apporte un secours. Ces anneaux se trouvent au seul lieu où ils pouvaient se produire, près du corps d'une

1. *Mécanique céleste*, p. 346.

planète où le rapport de la force centrifuge à la gravitation est élevé. Des anneaux permanents ne sauraient exister à une distance considérable du corps d'une planète : c'est ce que l'hypothèse de la nébuleuse met en évidence. Des anneaux détachés de bonne heure au cours de la concentration de la planète, et qui par suite seraient d'une matière gazeuse et très-peu cohérente, n'auraient aucune force pour résister aux causes de rupture nées d'un équilibre imparfait; il leur faudrait se résoudre en satellites. Un anneau liquide est le seul capable de permanence. Or un anneau liquide ne peut se produire que lorsque la condensation touche à sa fin, quand la matière, quittant l'état gazeux, se liquéfie, et que la masse est sur le point de prendre figure de planète. Et même alors, pour se produire, il réclame certaines conditions spéciales. Comme la gravitation obtient une prépondérance rapidement croissante durant les derniers âges de la concentration, la force centrifuge ne peut pas d'ordinaire détacher des anneaux lorsque déjà la masse est devenue dense. Il a fallu que dans un cas, celui de Saturne, la force centrifuge demeurât puissante jusqu'au bout, pour que des anneaux liquides fussent formés. C'est ainsi que la théorie de la nébuleuse nous fait concevoir pourquoi de tels corps subordonnés entourent Saturne et manquent partout ailleurs.

N'oublions pas non plus que Saturne possède un anneau découvert depuis peu d'années, *nébuleux* et à travers lequel on voit le corps de la planète comme à travers un voile épais. Placée dans la seule situation, semble-t-il, où elle pût se

conserver, suspendue pour ainsi dire entre les anneaux plus denses et la planète, subsiste encore une de ces masses annulaires de matière diffuse d'où sont nés à notre sens les satellites et les planètes.

Ainsi, à côté de ces phénomènes frappants du système solaire, qui donnèrent la première idée de son mode de formation, il en est d'autres, moins importants, qui en foule nous invitent à suivre la même idée. N'y eût-il pas une autre preuve, ces combinaisons mécaniques, dans leur ensemble, pèseraient encore d'un grand poids en faveur de l'hypothèse de la nébuleuse.

Voilà pour la mécanique du système solaire : maintenant arrivons aux caractères physiques, et commençons par les densités spécifiques des planètes et par les conclusions qu'on en peut déduire.

D'une façon générale, les planètes les plus denses sont les plus voisines du soleil; aux yeux de plusieurs, c'est là encore un indice de plus en faveur de la doctrine qui les fait naître de la nébuleuse. Les parties extérieures d'un sphéroïde nébuleux en rotation, aux premiers âges de la condensation, sont, on peut l'affirmer à bon droit, relativement rares; or, si la masse entière en se contractant acquiert une densité de plus en plus grande, cette vérité s'applique aux parties extérieures comme aux autres; on en conclura que les anneaux successivement détachés seront de plus en plus denses et formeront des planètes douées de poids spécifiques de plus en plus considérables. Mais, sans parler

d'autres objections, cette explication est tout à fait impuissante à rendre compte de tous les faits. Prenant la Terre comme point de comparaison, nous établirons ainsi les densités relatives des corps du système :

NEPTUNE	URANUS	SATURNE	JUPITER	MARS	LA TERRE	VÉNUS	LE SOLEIL
0,14	0,24	0,14	0,24	0,95	1,00	1,12	0,25

Cette série nous offre deux objections en apparence insurmontables. La première est que la progression n'est que fragmentaire. Neptune est aussi dense que Saturne, ce qui dans l'hypothèse ne devrait pas être. Uranus est aussi dense que Jupiter, ce qui ne devrait pas être. Uranus est plus dense que Saturne, et la Terre plus que Vénus, deux faits qui, bien loin d'appuyer l'explication proposée, la combattent formellement. L'autre objection, encore plus grave, c'est la faible densité du Soleil : Si, à l'époque où le futur Soleil remplissait l'orbite de Mercure, il était assez condensé pour qu'un anneau détaché de lui formât une planète dont le poids spécifique fût celui du fer, alors le Soleil lui-même, aujourd'hui qu'il est concentré, devrait avoir un poids spécifique supérieur à celui du fer ; au contraire, sa densité ne dépasse guère celle de l'eau. Il faut donc chercher quelque autre interprétation du fait.

Les différences de densité des corps de notre système solaire peuvent être dues à diverses causes isolées ou coopérantes. 1° Celle dont nous avons déjà parlé : la diversité de nature des substances dont elles sont respectivement compo-

sées; 2° la différence dans la quantité de ces substances : car, toutes choses égales d'ailleurs, la gravitation mutuelle des parties tend à produire dans les grandes masses une densité plus élevée que dans les petites; 3° leurs différences de structure interne, inévitable dans des corps arrivés à des degrés différents de concentration : elles ont pour causes déterminantes d'abord le volume de la masse (un corps peu volumineux se refroidit plus vite qu'un autre), puis le rapport de la force centrifuge à la gravité (la force centrifuge fait obstacle à la concentration). Maintenant un coup d'œil jeté sur la table précédente vous montrera la distance énorme qui sépare les densités des grosses planètes, si faibles, des densités considérables des petites planètes; d'où ce soupçon, que la dernière des causes énumérées pourrait bien être capitale. Pour passer de l'état gazeux à l'état de fusion la masse doit traverser tous les intermédiaires : durant ces périodes, les matières gazeuses sont mélangées de façon ou d'autre avec les liquides, et la proportion des unes aux autres change continuellement. Au début, c'est une enveloppe de nuages formés par précipitation et d'où tombent dans la direction du centre des gouttes d'une pluie de métal; puis cette pluie, de plus en plus serrée, finit par remplir l'intérieur; alors un noyau en fusion commence à se former; plus tard enfin le terme marqué sera atteint et toute la matière condensable sera réunie sous la forme d'un sphéroïde en fusion. Or ces changements s'accompliront, la chose est claire, en un temps bien plus court dans une planète comme la Terre que dans un corps immense comme Jupiter et Saturne, sans compter que, dans un tel corps, la force centri-

fuge est considérable. Donc on peut tirer de l'hypothèse de la nébuleuse cette conclusion que, toutes choses égales d'ailleurs, les petits corps célestes auront atteint un état avancé de concentratlon et possèderont des densités élevées quand les plus grands seront encore au début de leur concentration et n'auront que de faibles densités.

A propos des densités des corps célestes, nous avons dû parler de la chaleur qu'ils développent. Mais ce que nous n'avons pas encore dit, c'est que leurs conditions actuelles de température fournissent un nouveau point d'appui à notre argumentation et même un des plus solides qui soient.

Une matière diffuse qui se condense sous forme concrète ne peut manquer d'engendrer de la chaleur; et, dans tout le cours de notre raisonnement, nous avons admis ce dégagement de chaleur comme un accompagnement de la condensation d'une nébuleuse. Si donc l'hypothèse de la nébuleuse est vraie, nous devons trouver, dans tous les corps célestes, ou de hautes températures, ou les traces de hautes températures maintenant disparues.

Dans les limites de ce qu'on peut observer, les faits sont bien tels que la théorie l'exige. Diverses preuves concourent à démontrer qu'au delà d'une certaine profondeur la terre est en fusion. Elle a dû être jadis tout entière en fusion, paraît-il, car l'accroissement de température que l'on observe à mesure qu'on descend au-dessous de la surface est précisément celui que devrait présenter une masse en voie de refroidissement depuis un temps immense. La lune aussi, avec ses rides et ses

volcans si remarquables, nous montre qu'elle a subi un refroidissement et une contraction pareils à ceux dont la terre a été le théâtre. Les montagnes qu'on voit sur Vénus sont encore autant de rides, témoins de la solidification d'une croûte, ou sont les traces d'une réaction du feu intérieur contre cette croûte; peut-être sont-elles les deux à la fois.

Or, avec la théorie ordinaire de la création, ces phénomènes sont inexplicables. En vue de quoi la terre aurait-elle dû être jadis en état de fusion, impropre à supporter des êtres vivants? C'est ce qu'on ne peut dire. Pour satisfaire à une telle explication, la terre aurait dû, dès l'origine, à sa création, être appropriée aux fins pour lesquelles on la croit créée. On en peut dire autant des autres planètes. Ainsi les traces d'une incandescence primitive et les hautes températures intérieures qui se conservent aujourd'hui dans ces corps célestes sont autant de difficultés insolubles pour cette théorie, bien loin d'en être de puissantes confirmations, comme il arrive pour l'hypothèse de la nébuleuse.

Mais ce n'est pas le seul argument à tirer des phénomènes de température. Il nous reste à indiquer un fait plus saillant et plus important encore. De ce que le système solaire s'est formé par la concentration d'une matière diffuse, qui a dégagé de la chaleur tout en prenant par l'effet de la gravitation sa forme et sa densité actuelles, il s'ensuit certains corollaires tout naturels, concernant la température particulière de chacun des corps du groupe. Toutes choses égales d'ailleurs, le corps le dernier formé sera le plus lent à se refroidir : il conservera, pour un temps presque illimité, une température plus haute que ses aînés.

Toutes choses égales d'ailleurs, la masse la plus considérable, grâce à sa tendance plus grande à l'unité, deviendra plus chaude que les autres et rayonnera avec plus d'intensité. Toutes choses égales d'ailleurs, la masse la plus considérable devra, malgré la température plus haute qu'elle atteint, perdre avec plus de lenteur la chaleur qu'elle produit, cela à cause de sa faible surface relative. Donc, s'il existe un corps non-seulement de formation plus récente que les autres, mais extraordinairement supérieur par le volume, il devra acquérir une incandescence bien plus énergique, et il demeurera dans cet état d'incandescence énergique bien après que tout le reste se sera refroidi.

Ce corps existe : c'est le soleil. C'est un corollaire de l'hypothèse de la nébuleuse, qu'au moment où la matière du soleil a pris la forme définie qu'on lui voit, depuis longtemps déjà les planètes étaient devenues des corps bien déterminés. La quantité de matière contenue dans le soleil égale presque cinq millions de fois celle de la plus petite planète et vaut plus de cinq mille fois celle de la plus grosse. D'une part, grâce à l'énorme force gravitative des atomes, le dégagement de chaleur a dû y être immense ; et, de l'autre, le rayonnement a été moins facile là qu'ailleurs. D'où une haute température, qui se maintient toujours. Tel devait être nécessairement, d'après l'hypothèse de la nébuleuse, le corps central du système, tel s'offre à nous le soleil.

Il ne sera pas mauvais de considérer d'un peu plus près quel doit être l'état de la superficie du soleil. Soit d'abord un globe formé de matières incandescentes et en fusion ; c'est là

le corps visible du soleil. Puis autour se trouve, on le sait, une atmosphère volumineuse : nous en avons des indices dans l'éclat moins grand des bords de l'astre et dans les apparences qu'il offre durant les éclipses totales [1]. Or quelle doit être la nature de cette atmosphère? A une température un millier de fois, ou peu s'en faut, plus élevée que celle de la fusion du fer (c'est celle que le calcul donne pour la surface du soleil) [2], la plupart, sinon la totalité, des substances que nous connaissons à l'état solide, se vaporiseraient. Certes la puissante attraction du soleil s'opposerait énergiquement à cette transformation; mais il n'est pas douteux, si le corps du soleil est fait de substances en fusion, que plusieurs d'entre elles ne subissent une vaporisation continuelle. Il n'est pas à croire que les gaz lourds ainsi formés constituent la masse entière de l'atmosphère solaire. S'il est permis ici, dans nos inductions, de nous aider de l'hypothèse de la nébuleuse, et des analogies offertes par les planètes, il faut admettre que la partie la plus extérieure de cette atmosphère est formée de gaz dits permanents, c'est-à-dire incapables de se liquéfier même à de basses températures. Si nous nous reportons à la terre, alors qu'elle était encore en fusion à la surface, et à ce qui a dû s'y passer, nous verrons que probablement, autour de la surface encore en fusion du soleil, se trouve une couche de gaz

1. Voir Herschel, *Esquisse d'astronomie*.

2. Le fer fond à 1500°. Ce qui donnerait 1 million 1/2 de degrés pour le soleil. C'est aussi par des chiffres de cet ordre que le P. Secchi s'efforçait d'exprimer la température de cet astre. M. Violle, au contraire, à la suite d'expériences ingénieusement interprétées, rabaisse cette température au-dessous même de 3000°. Diverses hypothèses intermédiaires sont également proposées. La plupart des savants sont entièrement dans le doute sur cette question.

(TR.)

lourds, faits de métaux et composés métalliques sublimés; puis au-dessus une couche comparativement rare et semblable à l'air. Or que doivent devenir ces deux couches? Si toutes deux étaient faites de gaz permanents, elles ne pourraient demeurer distinctes : d'après une loi bien connue[1], elles finiraient par former un mélange homogène. Mais ce phénomène devient impossible ici, la couche inférieure étant faite de substances qui ne sont gazeuses qu'à des températures extrêmement hautes. S'élevant d'une surface en fusion, montant alors, se dilatant, se refroidissant, elles atteignent ainsi une hauteur limite, passé laquelle elles ne peuvent exister à l'état de vapeur, se condensent et se précipitent. Cependant la couche supérieure, chargée à l'ordinaire d'une dose suffisante de ces vapeurs, comme notre air l'est d'eau, et prête à les précipiter au premier abaissement de sa température, ne pourra généralement pas recevoir un surcroît de gaz empruntés à la couche inférieure; et par suite cette couche restera tout à fait distincte.

Depuis l'époque où le paragraphe précédent parut pour la première fois (1858), la proposition qui s'y trouve exposée, à titre de corollaire de l'hypothèse de la nébuleuse, a été en grande partie vérifiée. Après les merveilleuses découvertes dues à l'analyse spectrale, il n'est plus possible de douter que l'atmosphère solaire ne contienne, à l'état gazeux, divers métaux : fer, calcium, magnésium, sodium, chromium et nickel, avec quelques traces de barium, de cuivre et de zinc. Existe-t-il dans cette atmosphère d'autres métaux pareils à ceux que nous

1. Loi de l'endosmose. (TR.)

avons sur la terre? Il y a lieu de le croire. Contient-elle des éléments inconnus aux hommes? Il se peut fort bien.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs, on doit mettre au rang des vérités établies celle-ci, que l'atmosphère du soleil est en grande partie formée de vapeurs métalliques; et il s'ensuit presque nécessairement que le corps incandescent du soleil est fait de métaux en fusion. Voilà donc une conclusion tirée *a priori*, qui sans doute dut sembler à plus d'un lecteur une spéculation bien hardie, et qui se trouve justifiée solidement par des observations, elles-mêmes faites en dehors de toute théorie : c'est là un fait saisissant. Et il vient encore à l'appui de la théorie d'où cette conclusion *a priori* a été tirée. Kirchhoff lui-même, à qui nous devons cette découverte touchant la constitution de l'atmosphère solaire, remarque, il est bon de le dire, dans son mémoire daté de 1861, que les faits nouveaux sont d'accord avec l'hypothèse de la nébuleuse.

N'oublions pas non plus de le dire, les découvertes de Kirchhoff ont une importance notable pour la théorie que nous avons soutenue dans un passage précédent. A part le barium, le cuivre et le zinc, qui paraissent n'être là qu'en petites quantités, les métaux qui se trouvent à l'état de vapeur dans l'atmosphère solaire, et par conséquent à l'état liquide dans le noyau incandescent, ont une densité moyenne de 4,25. Or la densité moyenne du soleil est de 1 environ. Comment expliquer cette différence? Dire que le soleil est formé presque uniquement des trois plus légers d'entre les métaux énumérés, c'est dépasser de beaucoup ce qui est prouvé; les résultats de l'analyse spectrale nous autoriseraient aussi bien à dire que

le soleil est fait presque entièrement des trois plus pesants. Trois de ces métaux (dont deux lourds) ont déjà été mis hors de cause, comme paraissant n'exister là qu'à de faibles doses; la seule supposition sur laquelle on puisse baser une estime sérieuse du poids spécifique du tout, c'est donc que les autres s'y trouvent en quantités à peu près égales. Serait-ce alors que les métaux les plus légers prédomineraient dans le noyau en fusion, tout en étant moins abondants dans l'atmosphère? La chose est bien invraisemblable : les habitudes connues de la matière nous feraient plutôt admettre le contraire. Serait-ce qu'avec la température et la force gravitative qui règnent sur le soleil l'état de condensation dit liquidité y serait absolument différent de ce qu'il est sur la terre? C'est là une hypothèse bien hasardée; notre expérience à la surface de la terre ne nous fournit rien de concluant en sa faveur; et, quand on admettrait cette dissemblance, il n'est guère à croire qu'elle pût faire varier les densités dans la proposition de 4 à 1. La conclusion la plus légitime, c'est que le soleil n'est pas dans toute sa profondeur fait de matière en fusion; qu'il est formé d'une enveloppe en fusion, avec un noyau gazeux. Et c'est là, nous l'avons vu, un corollaire de l'hypothèse de la nébuleuse.

Dans leur ensemble, les séries d'arguments que nous venons d'apporter arrivent presque à faire une démonstration. Les théories récemment admises touchant la nature des nébuleuses, si on les soumet à un examen critique, conduisent, nous l'avons vu, leurs défenseurs à des absurdités; au contraire, les apparences variées de ces mêmes nébuleuses s'expliquent

comme autant d'états successifs d'une matière diffuse qui se précipite et se condense. Les comètes, avec leur constitution physique, leurs orbites prodigieusement allongées, et de directions variables, avec la répartition de ces orbites dans l'espace, avec leurs caractères qui les rattachent évidemment au système solaire, sont autant de témoins d'un temps passé où ce système était à l'état nébulaire. Sans parler des caractères les plus frappants que présentent dans leurs mouvements les planètes, et qui ont donné la première idée de l'hypothèse de la nébuleuse, ni des preuves à en tirer, un examen plus attentif en découvre d'autres encore dans les inclinaisons si peu différentes entre elles de leurs orbites, dans leurs vitesses de rotation respectives, dans la diversité de direction de leurs axes de rotation ; et, de leur côté, les satellites confirment ces témoignages par bien des caractères, mais par ce fait surtout, qu'ils abondent ou manquent aux lieux mêmes que voulait l'hypothèse. En suivant le cours de la condensation des planètes, nous arrivons, touchant leur structure intérieure, à des conclusions qui d'une part expliquent leurs densités en apparence anormales, et de l'autre concilient certains faits à première vue contradictoires. En outre, ce que l'hypothèse nous avait permis de prévoir *a priori*, quant aux températures des corps nés de la nébuleuse, est confirmé exactement par l'observation ; et ainsi nous nous expliquons et la température relative et la température absolue du soleil et des planètes. Embrassons d'un coup d'œil toutes ces preuves-là ; considérons qu'avec l'hypothèse les phénomènes principaux du système solaire, et du ciel en général, s'expliquent; que tout au contraire la cosmogonie vulgaire n'a pas un seul

fait à invoquer et est contredite par tout ce que nous savons, de science positive, sur la nature ; alors la démonstration nous paraîtra surabondante.

Mais il nous reste une réflexion à faire : si la formation du système solaire nous est par là rendue intelligible et avec lui celle d'une infinité de systèmes semblables, le mystère suprême n'en demeure pas moins aussi impénétrable que jamais. Le problème de l'existence en général n'est pas résolu : il est seulement reculé. L'hypothèse de la nébuleuse ne nous éclaire en rien sur l'origine de la matière diffuse ; et la matière diffuse n'exige pas moins une explication que la matière concrète. La formation d'un atome n'est pas plus aisée à concevoir que la formation d'une planète. Il y a plus : au lieu de rendre l'univers moins mystérieux, l'hypothèse accroît le mystère. La création par un artisan est chose bien plus humble que la création par développement. Un homme peut construire une machine ; mais faire qu'une machine croisse d'elle-même, il ne le peut. L'ouvrier habile, capable (on en a vu de tels) d'imiter la vie au point de faire un joueur mécanique de piano-forte, peut arriver à concevoir qu'avec un talent supérieur encore un autre ouvrier construisît artificiellement un homme complet ; mais ce qu'il ne peut concevoir, c'est comment un organisme aussi compliqué peut sortir par degrés d'un petit germe informe. Penser que notre harmonieux univers fut jadis contenu en puissance dans une matière diffuse et indéfinie, d'où il est sorti pour arriver par degrés à son état actuel d'organisation ! il y a là de quoi l'eétonner sprit, bien plus que dans la fabrication de ce même univers par le procédé qu'imagine le vulgaire. Ceux qui croient

légitime de conclure des phénomènes aux noumènes ont le droit de le dire : l'hypothèse de la nébuleuse implique une cause première, aussi supérieure au « Dieu mécanicien de Paley » que celui-ci l'est au fétiche du sauvage.

IV

QU'EST-CE QUE L'ÉLECTRICITÉ?

(*The Reader*, 19 novembre 1864).

L'électricité n'est pas une substance, mais un mode du mouvement. — Elle a pour condition une différence dans la structure moléculaire, ou dans l'état moléculaire, de deux corps. — Toute molécule a un état vibratoire propre, tenant à sa constitution chimique. — Elle conserve sa période propre d'oscillation à toute température, même à l'état solide. Objection tirée des spectres continus donnés par les corps solides. Réponse.

Electricité par contact. — Juxtaposition de deux métaux différents c'est-à-dire de deux groupes de molécules animées de mouvements vibratoires différents ; — comparaison avec les battements acoustiques ; — production d'une onde différentielle ; — elle crée deux ondes égales, de sens contraire, synchroniques, et qui partent du point de contact; — le pouvoir conducteur; — retour et neutralisation des deux ondes; — impossibilité de produire un courant.

Electricité thermique. — Renforcement des vibrations, et par suite des ondes différentielles, par la chaleur; — naissance d'un courant; — pile de Nobili. — Objection : électricité thermique produite par un seul métal. Réponse : les deux pièces du même métal ont besoin d'être dans des états moléculaires différents.

Résumé des probabilités en faveur de l'hypothèse proposée.

Post-scriptum. — De l'application de l'hypothèse aux autres formes de l'électricité. — Un indice : pouvoir des molécules complexes d'absorber la chaleur; la plus grande partie de cette chaleur est absorbée par les éléments de la molécule. Chaque molécule a ainsi, outre son oscillation d'ensemble, diverses oscillations intestines plus rapides. — Influence des molécules composées entre elles. — Accumulation du mouvement autour des points où le trouble naît.

Electricité statique. — Complexité moléculaire des corps où elle se produit ; — effet du frottement sur les oscillations des molécules et de leurs éléments ; — pourquoi cette électricité reste à la surface ; — pourquoi les deux électricités se produisent simultanément. — De l'*induction*. — De l'*électricité voltaïque*.

2e post-scriptum. — Un éclaircissement : pourquoi les vagues électriques s'accumulent mutuellement, au rebours des vagues ordinaires. — Mise en forme des arguments en faveur de l'hypothèse.

(TR.)

Parmi les physiciens qui font autorité, on n'en trouverait pas beaucoup, pas un peut-être, qui ait dans ces dernières années employé cette expression : le fluide électrique, en un sens autre que conventionnel. Quand ils distinguent entre les deux espèces d'électricité, positive et négative, ou vitrée et résineuse, ils se servent des idées appelées par ces mots uniquement comme de symboles commodes, et ne voient pas là de véritables entités distinctes. Aujourd'hui que la chaleur et la lumière sont reconnues pour des modes du mouvement, chacun admet que les manifestations analogues de la force doivent être des modes du mouvement.

Quel est ce mode particulier du mouvement auquel est due l'électricité? Voilà maintenant la question. C'est quelque sorte de vibration moléculaire, distincte de celle que produisent les corps lumineux : ce point, je pense, est admis de quiconque n'aborde pas le présent sujet sans connaître les récentes découvertes des savants. Outre ces oscillations simples d'où résultent la chaleur et la lumière, ne pouvons-nous soup-

çonner qu'il se forme en de certains cas des oscillations composées? Voyons si les conditions dans lesquelles l'électricité se forme ne sont pas celles mêmes où peuvent s'engendrer des oscillations composées; si en outre les phénomènes d'électricité ne sont pas de nature à pouvoir être l'effet de certaines oscillations; si enfin ils ne sont pas surtout de nature à résulter d'oscillations composées.

L'antécédent constant de toute production d'électricité est le contact direct ou non entre substances hétérogènes, hétérogènes soit par leurs structures moléculaires, soit par leurs états moléculaires. Si donc l'électricité est un certain mode de mouvement moléculaire, si partout où elle apparaît il a dû y avoir contact entre des substances faites de molécules dissemblables, ou de molécules qui se trouvent dans des états dissemblables, nous ne pouvons éviter cette conclusion, que l'électricité résulte de quelque action réciproque de molécules animées de mouvements différents. Quelle peut bien être cette action réciproque?

Avant de chercher la réponse à cette question, il convient d'écarter une objection qu'on peut élever; on peut nous refuser notre supposition, que des molécules différentes, quel que soit leur état de liaison entre elles, sont animées de mouvements différents. On admet d'ordinaire que dans l'état gazeux les éléments de chaque substance ont une vitesse de vibration à eux propre, et différente de celles qui appartiennent aux éléments de toute autre substance. Le professeur Tyndall a fait voir en outre qu'une fois condensés à l'état liquide, les éléments de n'importe quel genre gardent encore une vitesse de vibration

synchronique avec celle de leur état de diffusion gazeuse. Mais on prétend qu'une fois rassemblés en masses solides les éléments de différentes espèces ne conservent plus leurs vitesses propres de vibration. On admet que chaque espèce peut prendre tous les états vibratoires, parce que toutes les substances solides, quelles qu'elles soient, produisent des ondes d'éther de toutes longueurs; preuve : toutes donnent un spectre continu. Pourtant j'ose croire que cette conclusion n'est pas légitime. Elle est, je pense pouvoir le prouver, en désaccord avec les lois les plus hautes de la mécanique; et les faits peuvent, à mon avis, s'expliquer sans elle. Pour commencer par l'argument *a priori*, elle est en contradiction avec le principe de la persistance de la force. Toute différence dans l'état vibratoire de deux sortes de molécules, A et B, considérées à l'état gazeux, est l'indice d'une différence dans les caractères de ces molécules. Que ce soit une différence d'inertie, de volume ou de forme, il n'importe ici; en tout cas, il s'agit d'une dissemblance dans les actions et réactions exercées de part et d'autre par les molécules sur le milieu qui les met en mouvement. Quant à dire que les molécules A et B, placées dans deux conditions identiques, ont des états vibratoires différents, sans qu'il y ait aucune force différentielle dans l'une, c'est admettre un effet sans cause, c'est nier la persistance de la force. Or, s'il y a entre elles quelque force différentielle, grâce à quoi elles réagissent différemment sur les forces incidentes, et acquièrent des états vibratoires différents, alors cette force différentielle doit persister, dans tous leurs états d'agrégation, à produire son effet différentiel.

Dire qu'une fois les molécules de l'espèce A et celles de l'espèce B agglomérées de part et d'autre sous forme de solides, il n'y a plus de distinction entre leurs états vibratoires, c'est dire que la force différentielle ne produit plus aucun effet, c'est nier la persistance de la force. Maintenant, si nous arrivons à considérer la question *a posteriori*, on nous demandera comment deux solides, dissemblables quant à la nature de leurs molécules, peuvent une fois chauffés donner l'un et l'autre des spectres visiblement identiques et qui enveloppent également des ondes éthérées de toutes longueurs. Pour répondre, examinons en quoi les actions mutuelles des molécules entre elles sont affectées par leur état d'agrégation. Si toutes les particules élémentaires étaient dans les mêmes conditions, si toutes subissaient de leurs voisines les mêmes actions et au même degré, alors il n'y aurait pas de raison pour qu'elles eussent des temps de vibration différents. Mais les conditions où elles se trouvent diffèrent de deux façons, l'une contingente, l'autre nécessaire. D'abord la solidification, même entièrement achevée, ne peut guère manquer d'avoir créé dans les différents points de la masse des tensions différentes : ici, la cristallisation est plus complète; là, le froid s'est produit plus rapidement. En second lieu, les particules superficielles, la couche située au-dessous, et celles qui suivent immédiatement, jusqu'à une certaine profondeur, sont soumises à des actions coercitives fort différentes de celles qui ont prise sur les parties intérieures : car celles-ci sont exposées aux influences de toutes les particules environnantes, et les parties extérieures ne subissent ces influences que par une de leurs faces. Or, comme

les périodes d'oscillation doivent dépendre pour une part et de la valeur et de la distribution des tensions, les états vibratoires des molécules de la surface doivent différer de celui des molécules immédiatement inférieures, et davantage encore de celui des molécules plus profondes. Par suite, les molécules de la surface ne communiqueront pas seulement au milieu ambiant un état vibratoire correspondant au leur, elles lui transmettront en outre les ondulations, un peu différentes, des molécules sous-jacentes, dont elles auront reçu l'effet, plus les ondulations encore un peu plus différentes des parties plus intérieures, et ainsi de suite. Elles produiront, outre des vagues semblables aux leurs, des vagues un peu dissemblables, de plus dissemblables encore, enfin des vagues de divers ordres et très-différentes des leurs. Elles donneront des ondes variées, les unes plus courtes que les leurs propres et représentant les *différences* entre les diverses vibrations par elles transmises, les autres plus longues et répondant aux *coïncidences* périodiques de ces vibrations. On arrive ainsi à comprendre comment des molécules de deux sortes différentes, dont les états vibratoires propres sont fort dissemblables, peuvent, une fois ramassées en deux masses solides, produire les unes et les autres des spectres continus, comme si elles étaient agitées des mêmes mouvements.

Après cette explication préliminaire, revenons maintenant à notre question : Quelle doit être cette influence réciproque des molécules animées de mouvements dissemblables, qui sert, comme on sait, d'antécédent constant à tout trouble électrique? La réponse ne sera pas difficile à trouver, si nous commençons

par le cas le plus simple, celui de l'électrisation par contact. Soit deux morceaux d'un même métal, à la même température; on les applique l'un contre l'autre : pas d'excitation électrique; mais, si les deux morceaux sont de métaux différents, il y a production d'électricité. Ce fait a paru une vraie anomalie, à ce point qu'on l'a mis en doute : il semblait renverser toutes les hypothèses possibles. Eh bien! on peut l'expliquer, dans l'hypothèse où l'électricité résulte des perturbations mutuelles exercées entre mouvements moléculaires dissemblables. En effet, d'un côté, nous avons des métaux homogènes en contact : leurs molécules respectives ont des oscillations synchroniques; chacune exercera sur l'autre et en recevra les actions qu'elle doit, sans qu'il en résulte une oscillation d'un nouvel ordre. De l'autre côté, nous avons deux masses de molécules dont chacune a une période d'oscillation à elle propre; leurs entrechoquements ne s'harmoniseront donc avec la période d'oscillation ni de l'une ni de l'autre : ils engendreront un nouveau rhythme différent des deux autres et bien plus lent. Le phénomène qu'on appelle en acoustique les *battements* éclaircira bien celui-ci. Chacun connaît le fait : deux cordes animées de vibrations diverses s'accordent, de temps en temps, pour émettre des vagues aériennes dans la même direction au même instant; puis, leurs vibrations s'écartant de plus en plus de la coïncidence, elles arrivent à émettre dans une même direction des ondes s'intercalant à égale distance les unes entre les autres; enfin, revenant encore une fois à l'état de correspondance, elles émettent de nouveau des ondes coïncidentes. Et par suite, quand leurs temps de vibra-

tion diffèrent peu, et qu'il leur faut un moment d'une longueur appréciable pour accomplir leurs périodes alternatives d'accord et de discordance, il en résulte dans le son, pour l'oreille, comme une fluctuation, une série alternante de son plus faible et de son plus fort. En d'autres termes, outre la succession essentielle de vagues, qui est simple et rapide, et qui donne les deux sons eux-mêmes, il y a une succession de vagues composées et lentes, née des conflits et concordances répétés des prédédentes. Maintenant, si les deux cordes, au lieu de communiquer leurs vibrations à l'air, se les communiquaient l'une à l'autre, la même succession alternante de pulsations harmoniques et contraires aurait lieu. Plaçons maintenant chacune des deux cordes dans un groupe fait d'autres cordes pareilles, de façon qu'elle communique à ses voisines ses vibrations, normales et anormales; évidemment, dans chacun des groupes de cordes, se propagera l'une de ces vagues composées, qui viendra s'ajouter à leurs rapides oscillations simples. Par cet exemple, on verra clairement, je pense, que si une masse de molécules, douée d'un certain état vibratoire, est mise au contact d'une autre masse de molécules, animée de vibrations différentes, il en doit résulter une alternance de coïncidences et d'oppositions entre leurs mouvements moléculaires; et que par suite les molécules devront tour à tour accroître et diminuer les mouvements les unes des autres. A de certains instants, elles se meuvent dans la même direction; puis, à d'autres instants intermédiaires, elles se meuvent dans des directions opposées; de là des périodes, avec maximum et minimun de déviation dans leurs mouvements propres.

Et ces déviations maxima et minima, se transmettant aux molécules voisines et de celles-ci aux suivantes, donneront enfin des vagues perturbatrices, propagées dans l'intérieur de chacune des deux masses.

Voyons maintenant les rapports de ces vagues entre elles. L'action et la réaction étant égales et de sens contraires, quelque action qu'une molécule de la masse A exerce sur une molécule de B, il y sera répondu par un effet équivalent et opposé. Si une molécule de la masse A, en un moment quelconque, se meut de façon à imprimer à une molécule de B un moment additionnel selon une direction déterminée, le moment de A dans cette direction sera diminué d'une quantité égale. Autrement dit, à toute onde de mouvement additionnel propagée à travers les molécules de B, répondra en réaction une onde de mouvement soustrait propagée en sens inverse à travers les molécules de A. Considérons ces deux faits : ils sont pleins de sens. Toute *addition* de mouvement, fournie durant l'une des périodes alternantes par les molécules de A à celles de B, doit se propager à travers les molécules de B *en s'éloignant de A ;* et, en même temps, il y aura une *soustraction* de mouvement, aux dépens des molécules de A, qui se propagera à travers A *en s'éloignant de B.* A toute vague de *surcroît* de mouvement envoyée à travers une des masses correspondra une vague de *perte* envoyée à travers l'autre ; et ces vagues, l'une *positive*, l'autre *négative,* seront parfaitement synchroniques dans leurs oscillations, et de valeurs parfaitement égales. D'où cette conclusion évidente que si ces vagues, qui partent de la surface de contact pour marcher en sens con-

traire à travers les deux masses, viennent à se retrouver, elles se neutraliseront. L'action et la réaction étant égales et opposées, ces mouvements moléculaires, qu'on pourrait désigner par les signes *plus* et *moins*, s'annuleront en s'ajoutant, et l'équilibre sera rétabli.

Ces vagues perturbatrices, positive et négative, parcourront très-facilement les deux masses de molécules. Les molécules, c'est là une vérité aujourd'hui démontrée, peuvent bien absorber, au profit de leurs propres vibrations, les mouvements rhythmiques, les vagues, dont les périodes sont identiques à la leur; mais elles ne peuvent absorber une série de mouvements dont les périodes diffèrent de la leur. Donc ces ondulations différentielles, étant très-longues par rapport à celles des molécules elles-mêmes, traverseront facilement les masses de molécules : celles-ci les *conduiront*. En outre, remarquons-le, si les deux masses de molécules continuent à se toucher, ces ondes positives et négatives, s'éloignant en sens inverse de la surface de contact, et arrivant chacune de son côté à la surface extérieure des deux masses, s'y réfléchiront; revenant alors vers la surface de contact, elles s'y rencontreront et s'y neutraliseront. Donc, si l'on joint les surfaces extérieures des deux masses par un fil, il ne s'y produira pas de courant; car le plus court chemin pour effectuer la neutralisation, c'est celui que suivent les vagues réfléchies à travers les deux masses. Mais, en l'absence de tout courant extérieur, les deux masses ne conserveront pas moins ce que nous appelons des états électriques opposés : ce que montre en effet un électromètre sensible. Ensuite, si on les sépare, les vagues positives et négatives qui

s'y sont propagées l'instant d'avant n'étant point neutralisées, les deux masses révèleront d'une manière plus nette leurs états électriques opposés. Alors, qu'on place entre elles un conducteur, et les vagues positives et négatives restantes s'y neutraliseront : en effet, les vagues *positives* lancées de l'une des masses dans le conducteur, rencontrant les vagues *négatives* venues de l'autre, elles s'annihileront, et le conducteur deviendra pour les vagues de chaque masse une ligne de moindre résistance.

Maintenant arrivons à une classe voisine de faits : ceux de l'électricité thermique. Qu'on vienne à chauffer en leur contact ces deux masses de métal; et d'abord faisons que leurs formes leur permettent de s'échauffer considérablement au contact, sans élévation notable de la température des parties éloignées. Qu'arrivera-t-il? Le professeur Tyndall l'a fait voir pour divers gaz et liquides; toutes choses égales d'ailleurs, quand ils ont reçu certaine dose de ce mouvement insensible des molécules, appelé chaleur, leurs périodes d'oscillation ne sont point altérées : la dimension seule des oscillations s'accroît; les molécules accomplissent dans le même temps une course plus étendue. Comme on l'a déjà vu, nous avons de bonnes raisons de croire qu'il en est de même pour les solides : le changement apparent que subit la période de vibration s'explique, nous avons dit comment. Dès lors, si l'on chauffe les surfaces de contact de deux métaux, le résultat sera le même qu'auparavant, quant à la nature et aux intervalles des vagues différentielles. Toutefois, il y aura du nouveau en ce qui concerne la puissance de ces vagues. Car si, de part et d'autre, elles ont reçu des molécules un renforcement, leurs actions

perturbatrices mutuelles devront aussi en être renforcées. Ces vagues positive et négative de mouvement différentiel, un peu plus énergiques que précédemment, traverseront aussi chaque masse en s'éloignant du point de contact, donc en gagnant les extrémités froides. De là, comme tout à l'heure, elles rebondiront vers les surfaces de contact et tendront cette fois encore à se faire équilibre. Mais dans leur retour elles rencontreront une certaine résistance. C'est un fait bien établi, qu'en élevant la température d'un métal on en affaiblit le pouvoir conducteur. Par suite, si l'on met les extrémités des deux masses en rapport à l'aide de quelque autre masse dont les molécules puissent recevoir aisément ces ondes différentielles, autrement dit, si l'on joint ces deux extrémités par un conducteur, c'est le long de ce conducteur que les vagues positives et négatives, au lieu d'être réfléchies directement vers les surfaces de contact, se rencontreront et se neutraliseront. C'est-à-dire qu'un courant s'établira le long du fil qui joindra les deux extrémités froides des masses métalliques.

Un pas de plus dans la même voie, et nous arrivons à une explication de la pile thermo-électrique. Si l'on soude ensemble un certain nombre de barreaux de métaux différents, par exemple de bismuth et d'antimoine, en les faisant alterner, par couples AB, AB, AB, etc., tant qu'ils restent froids, il n'y a pas trace de courant électrique ; si l'on chauffe également tous les points, il n'y a pas trace de courant électrique, si ce n'est dans la mesure même où il s'en produirait un, à froid, aux deux extrémités du système. Mais, si l'on chauffe une jointure sur deux, un courant électrique apparaît dans tout fil qui joint les

deux extrémités du système : ce courant est proportionnel en intensité au nombre des couples. Quelle est la cause de ce fait? Evidemment, tant que tous les joints sont à une même température, les vagues différentielles que chaque joint envoie vers ses deux voisins sont égales et opposées à celles de ces derniers, et nulle perturbation n'est possible. Mais, si l'on chauffe de deux joints l'un, les vagues différentielles positives et négatives lancées par les joints chauds seront supérieures à celles qui partiront des autres. Par suite, si le joint du barreau A avec le barreau B est chauffé, l'autre extrémité de B, soudée avec A_2 et qui n'est pas chauffée, recevra une vague différentielle supérieure en puissance à celle qu'elle envoie. Outre l'onde que ses molécules auraient sans cela dirigée sur celles de A_2, il y a une action qu'elle reçoit de A et qu'elle transmet; et ce surcroît d'élan, se propageant jusqu'à l'autre extrémité de B_2, s'ajoutera à l'élan que les molécules de ce dernier barreau, étant chauffées elles-mêmes, auraient déjà sans cela communiqué à celles de A_3; et ainsi de suite à travers toute la série. Les vagues, s'ajoutant les unes aux autres, deviennent plus énergiques, et le courant que traverse le fil placé entre les deux extrémités de la série, plus intense.

Contre cette théorie de l'électricité thermique, on élèvera peut-être une objection : c'est que, dans certains cas, il se développe des courants thermo-électriques entre des masses de métal de même espèce, et même entre des parties différentes d'une même masse. On ajoutera que, si ces perturbations électriques sont dues aux différences des états vibratoires de molécules en contact, la chaleur ne doit pas produire de telles per-

turbations quand il s'agit de molécules de même espèce, d'autant que la chaleur, on a lieu de le croire, ne change pas les périodes des vibrations moléculaires. Cette objection a l'air grave au premier abord : elle va servir à fortifier notre théorie. Quand les masses de molécules sont homogènes d'ailleurs, une différence de température ne suffit pas à engendrer un courant thermo-électrique. Rapprochez du mercure froid et du mercure chaud : vous n'aurez pas d'excitation électrique. Toutes les fois qu'il y a production d'électricité thermique entre masses d'un même métal, on est sûr que leurs structures moléculaires offrent quelque différence : les unes auront été forgées et les autres non ; les unes recuites, les autres point. Quand le courant s'établit entre des parties différentes d'une même masse, c'est que ces parties sont cristallisées diversement, ou bien qu'après la coulée elles se sont refroidies de façons diverses. Pour mieux dire, on est assuré que les molécules, soit des deux masses, soit des deux parties de la même masse, soutiennent avec leurs voisines des relations différentes, sont dans des états différents de tension. Or, s'il est vrai de dire que les états vibratoires des molécules d'une même espèce sont toujours identiques et indépendants de la température, encore est-il clair qu'il y faut une condition : c'est que leurs mouvements ne soient pas modifiés par des forces coercitives. Si les molécules de telle masse sont dans cette disposition que produit la cristallisation, tandis que celles d'une autre masse ne sont pas liées ensemble ; ou si les relations de ces molécules ont été modifiées dans l'une par le martelage, et dans l'autre non ; comme elles subiront dans leur mode de vibration des influences diverses, leurs vitesses de

vibration devront s'en ressentir. Et, avec ces différences de vitesse, nous avons justement la cause nécessaire à nos yeux pour produire le trouble électrique.

En résumé, ne pouvons-nous pas dire que ces actions-là sont seules propres à expliquer les phénomènes d'électricité, et que, dans les conditions données, ces actions ne peuvent manquer de se produire? D'une part, l'électricité, étant un mode du mouvement, exige, pour se produire, la transformation de quelque mouvement préexistant; il faut même que cette transformation soit de nature à créer deux nouvelles espèces de mouvement, égales et de sens contraire, et enfin que ces mouvements diffèrent entre eux comme le *positif* du *négatif*, afin qu'ils puissent se neutraliser mutuellement. D'autre part, dans les phénomènes ci-dessus examinés, le mouvement moléculaire est la seule source de mouvement qu'on puisse découvrir, et ce mouvement doit, dans les circonstances dont il s'agit, engendrer des effets de l'espèce de ceux qu'on observe. Des molécules qui ont des vibrations de durées différentes ne peuvent se trouver rapprochées sans que leurs mouvements s'affectent l'un l'autre. Or ils n'ont qu'un moyen de s'affecter : c'est de s'accroître ou de s'affaiblir mutuellement, et cela d'une façon périodique. Et, chaque fois que l'un des deux groupes de mouvements reçoit un surcroît de force, l'autre doit éprouver une perte équivalente. Si ces molécules font partie de deux masses en contact, elles devront transmettre ces perturbations à leurs voisines. Et ainsi, de la surface de contact partiront des vagues de mouvement moléculaire, les unes positives et les autres négatives, de valeur égale et de sens contraire, et qui en se ren-

contrant se feront exactement équilibre. Bref, la cause ici proposée sera, je pense, reconnue pour « une cause véritable », et pour une cause dont on doit attendre des effets semblables à ceux que j'ai décrits.

Je n'ai traité ici que des phénomènes électriques du genre le plus simple. Plus tard, peut-être essayerai-je de faire voir comment cette hypothèse nous permet d'expliquer d'autres formes de l'électricité.

Post-scriptum. — Neuf années se sont écoulées depuis la publication du présent Essai ; et je n'ai pas fait un pas vers la découverte de ces explications analogues, relatives aux autres formes de l'électricité. J'ai eu beau, à diverses reprises, revenir à cette question, espérant tenir la promesse de ma dernière phrase : je n'ai pas trouvé un indice qui m'encourageât à poursuivre ma recherche. C'est seulement aujourd'hui, au moment de rééditer cet Essai sous une forme définitive, une occasion nouvelle s'étant ainsi offerte de penser à ce problème, qu'il me vient une idée digne, me semble-t-il, d'être consignée ici.

Ce qui m'a donné cette idée, c'est le rapprochement de deux conceptions qui jusque-là ne s'étaient pas rencontrées ensemble dans mon esprit. Dans la première livraison des *Principes de biologie*, publiée en janvier 1863, et qui, sous le titre de *Données de la biologie*, traite, entre autres questions, de la matière organique et des effets des forces sur cette matière, je me hasardai à spéculer sur les actions moléculaires impliquées dans les changements organiques, et notamment sur celles

que produit la lumière et qui permettent aux plantes de s'assimiler le carbone de l'acide carbonique (§ 13). Je remarquai que l'aptitude des molécules composées à se décomposer sous l'action de la chaleur est en général proportionnelle à la différence entre les poids atomiques des éléments dont elles sont formées ; j'admis que des éléments doués de poids atomiques très-différents sont animés de mouvements propres très-différents, et par suite sont sensibles à des ondulations très-différentes; j'en tirai cette conclusion que plus les rhythmes des éléments composants sont dissemblables entre eux, plus la molécule composée sera instable en présence de puissantes ondulations de l'éther, si celles-ci ont plus d'action sur l'un des éléments composants que sur le reste : car leurs mouvements deviendront si discordants, que ces éléments ne pourront demeurer ensemble. Je continuai en montrant qu'une molécule composée de stabilité moyenne peut être décomposée si elle est exposée à de puissantes ondulations de l'éther, capables de troubler tout particulièrement l'un de ses composants, et qu'elle soit en présence de quelque molécule dissemblable, dont les composants ont des périodes de vibration moins différentes de celles du composant vivement affecté de la première. Suivait un parallèle entre la désoxydation des métaux par le carbone quand ils sont exposés aux ondes longues dans un four, et la décarbonisation de l'acide carbonique par l'hydrogène, etc., quand il est exposé, dans les feuilles d'une plante, aux ondes courtes. Si je rappelle ces idées, c'est surtout pour présenter sous une forme claire cette conception de la molécule composée comme formée d'éléments animés de mou-

vements divers, d'oscillations indépendantes et dissemblables, qui s'ajoutent à l'oscillation propre de la molécule composée elle-même. On peut, je crois, reconnaître pour légitime cette conception. Les belles expériences où M. Tyndall a montré le pouvoir qu'a la lumière de décomposer les vapeurs de certains combinés mettent en lumière la capacité des éléments d'une molécule complexe d'absorber chacun les ondulations de l'éther qui correspondent aux siennes, et ainsi d'accroître ses mouvements propres, au point de causer la dissociation de la molécule combinée. Telle est du moins l'interprétation que M. Tyndall donne de ces faits ; et c'est, je présume, d'une façon analogue qu'il interprète ses récentes découvertes sur le pouvoir merveilleux des vapeurs à molécules complexes pour absorber la chaleur : il doit admettre que dans ces vapeurs les ondulations thermiques servent à augmenter les mouvements intérieurs de chaque molécule plutôt que les mouvements de la molécule entière.

Tenons donc pour exacte cette conception des molécules composées et des effets produits en elles par les ondulations de l'éther. Une question se présente alors d'elle-même : Quelles seront les actions réciproques des molécules composées? Quelle modification les éléments d'une molécule composée recevront-ils, dans leur mouvement rhythmique, du voisinage des éléments d'une molécule composée dissemblable? Ne pouvons-nous pas pressentir que parmi les effets produits, outre les actions des molécules dissemblables considérées comme des touts, il y aura certains autres effets, en partie indépendants et exercés par les composants les uns sur les autres? Dans les recherches

de ce présent Essai, il s'agissait toujours, c'était l'hypothèse fondamentale, des molécules de métaux juxtaposés, c'est-à-dire de molécules qui dans l'absolu peuvent être simples ou non, mais qui sont en tout cas relativement simples ; et les perturbations qu'elles exercent sur les mouvements les unes des autres étaient regardées comme des perturbations d'un genre relativement simple, qui peuvent se transmettre de molécule en molécule à travers chaque masse. En cherchant d'autres applications de cette théorie, je n'avais pas encore pensé à examiner les perturbations produites par des molécules composées les unes sur les autres, en tenant compte non-seulement du pouvoir de chacune pour affecter l'autre dans son ensemble, mais aussi du pouvoir de chacun des composants de l'une pour affecter chacun des éléments de l'autre. Chacun des éléments d'une molécule peut bien, grâce aux chocs successifs des ondes de l'éther, subir une amplification de ses oscillations suffisante pour le détacher ; dès lors, on ne peut guère douter qu'un élément d'une molécule composée ne soit capable d'affecter un élément d'une autre molécule composée du voisinage, car leurs oscillations respectives exercent les unes sur les autres une action perturbatrice, indépendamment de celles des molécules entières l'une sur l'autre. Et on peut, semble-t-il, tirer cette conclusion : dans une perturbation secondaire née de la sorte, tout comme dans la première, l'action sera égale à la réaction et de sens contraire, et elles produiront dans le mouvement moléculaire de part et d'autre des déviations équivalentes et opposées. De là plusieurs corollaires.

Soit une molécule composée : dans son ensemble, elle a un

rhythme lent, et en outre des rhythmes plus rapides de ses éléments ; elle peut absorber, au profit de ces mouvements intérieurs, une grande quantité de cette agitation que nous appelons chaleur, et elle en absorbe une quantité moindre et proportionnelle au profit de son mouvement d'ensemble ; eh bien ! pourquoi n'en ferait-elle pas autant de toutes les autres sortes de forces qui viendront à agir sur elle ? Ne peut-on dire, par une juste anticipation : Quand une masse de molécules composées d'une espèce donnée agit sur une masse de molécules composées d'une autre espèce, par frottement, je suppose, leurs effets moléculaires mutuels se divisent en deux : agitation de chaque molécule dans son ensemble, agitation de leurs éléments à l'égard les uns des autres; et la proportion de la seconde part à la première va croissant à mesure qu'il s'agit de molécules plus complexes ?

Ici, une conclusion nouvelle vient s'offrir. Une grande partie de la force ainsi dépensée entre molécules sera absorbée au profit du mouvement intérieur de chacune des molécules composées qui ont entre elles un rapport direct; une partie relativement faible de ce mouvement intérieur sera, on peut le croire, transmise à d'autres molécules. Le surcroît d'oscillation communiqué aux éléments simples d'un vaste groupe ne sera pas aisément transmis aux éléments analogues des vastes groupes du voisinage ; car ces derniers seront en somme fort éloignés. Tout ce qui se transmet de mouvement doit se transmettre par des ondes du milieu éthéré ambiant; or le pouvoir de ces ondes va décroissant rapidement avec la distance. Evidemment cette difficulté de transmission devien-

dra, par cette raison même, considérable quand il s'agira de molécules très-complexes.

En même temps, n'avons-nous pas à relever une autre conséquence? Puisque le surcroît de mouvement apporté aux éléments simples d'un groupe ne peut se transmettre aisément aux éléments homologues des groupes adjacents, ne devra-t-il pas s'accumuler coup sur coup? Dès lors, plus les molécules seront complexes, plus il y aura pour leurs éléments simples de chances d'être affectés violemment par les éléments simples des molécules complexes dissemblables de leur entourage, et par conséquent plus il y aura de chances pour que les actions perturbatrices de ces molécules entre elles s'accumulent.

Maintenant, voyons comment ces conclusions se rapportent à l'explication de l'électricité statique : c'est la forme de l'électricité la plus différente de celle dont il a été traité plus haut.

Les substances en qui les phénomènes de l'électricité statique apparaissent le plus évidemment se distinguent par la complexité chimique de leurs molécules ou par la diversité de ces molécules, qui sont ou allotropiques ou isomériques, ou les deux à la fois. Les substances simples dans lesquelles l'électricité s'excite par le frottement, telles que le carbone et le soufre, sont des substances capables de plusieurs états allotropiques, c'est-à-dire aptes à donner des molécules multiples. La fracture du diamant et du soufre en bâtons, qui se fait selon une conchoïde, donne à penser que la constitution de ces corps pourrait bien être du genre colloïde, et c'est là, selon le professeur Graham, un état où les molécules sont associées en groupes

assez considérables [1]. Dans certaines substances inorganiques composées, telles que le verre, nous trouvons, outre la complexité chimique, la même fracture en conchoïde, qui nous révèle dans le verre un colloïde; et l'on peut de même induire que les molécules de la résine, de l'ambre, etc., ont une forme colloïde, et y voir un trait caractéristique de ces substances. Les substances animales sèches, comme la soie et les cheveux, sont formées de molécules extrêmement grandes; la preuve en est que, ces substances ayant une haute complexité chimique, leurs éléments doivent y entrer par multiples considérables. Il suffit de rappeler que les corps non électriques et bons conducteurs, comme les métaux, les acides, l'eau, etc., sont faits de molécules relativement simples; on voit assez que l'aptitude à produire de l'électricité statique dépend en quelque façon de la présence de molécules d'une haute complexité. D'ailleurs, outre l'argument qui se tire du contraste entre ces deux séries de substances, en voici un plus fort encore: c'est ce fait, qu'une même substance peut devenir un bon ou un mauvais conducteur, selon son état moléculaire. Ainsi le sélénium à l'état cristallisé est conducteur; mais, dans cet état allotropique qu'on nomme amorphe, ou non cristallisé, c'est un bon isolant. C'est-à-dire, pour suivre l'interprétation donnée

1. Sans doute la fracture en conchoïde n'est pas une preuve décisive de la constitution colloïde d'une substance; toutefois les colloïdes assez durs pour se briser donnent toujours une fracture de cette sorte. Pour ce qui est du soufre en bâtons, si, à vrai dire, quelques jours après la coulée, il passe de son état cristallin primitif à un état où il est formé de petits cristaux d'un autre ordre et disposés sans régularité, toutefois il y a lieu, je puis le dire, de soupçonner que ces cristaux gardent une gangue de soufre amorphe. Je tiens du docteur Frankland qu'une fois sublimé le soufre se précipite partie en petits cristaux et partie en une poudre amorphe remarquable par son insolubilité.

de ces faits par le professeur Graham : quand ses molécules sont disposées isolément, il est conducteur ; et, quand elles sont combinées en groupes, il est isolant, et par suite électrisable.

Ainsi la preuve *a posteriori* vient, dans une certaine mesure, justifier notre déduction *a priori* et nous autoriser à dire que deux substances dissemblables, dont l'une, ou bien l'une et l'autre, sont formées de molécules fort complexes, étant mises à même d'agir l'une sur l'autre, il en doit résulter un trouble moléculaire d'une forme spéciale. Maintenant, au lieu de nous demander ce qui en adviendra en général, cherchons à deviner ce qui arrivera en un cas particulier. On frotte un morceau de verre avec de la soie. Par là, les grandes molécules colloïdes dont est faite la surface des deux corps sont mises à portée de se troubler. Sur ce point, on ne disputera pas, je pense : car cette même hypothèse est admise dans la doctrine aujourd'hui démontrée de la corrélation entre la chaleur et le mouvement. De là deux actions, celle des molécules sur les molécules, et celle de certains de leurs éléments entre eux. Parmi ces éléments, il en est dont les périodes d'oscillation diffèrent, mais d'une quantité médiocre : ils engendrent les uns chez les autres des pertubations égales et de sens contraires. Si ces pertubations pouvaient se transmettre aisément à travers les deux masses en s'éloignant de la surface de contact, elles se dissiperaient bien vite, comme il arrive dans les métaux ; mais, pour la raison ci-dessus exposée, ces perturbations ne peuvent se transmettre aisément de la surface aux éléments homologues des molécules complexes placées en arrière. Par suite, la force

mécanique du frottement, après s'être transformée en un mouvement moléculaire dont sont animées ces molécules de la surface des corps, persiste en eux à l'état de perturbations mutuelles *intenses* et qui, ne pouvant se diffuser, restent confinées à la surface, et même aux parties de la surface qui ont agi l'une sur l'autre. En d'autres termes, les deux surfaces se chargent de deux perturbations moléculaires égales et de sens contraires : ces perturbations s'équilibrent si on laisse les surfaces au contact; mais elles ne le peuvent si les surfaces sont séparées : il faut alors, pour obtenir l'équilibre, interposer un conducteur.

Indiquons en quelques mots divers points sur lesquels les corollaires tirés de cette hypothèse semblent s'accorder avec les faits connus. D'abord, l'hypothèse nous donne une interprétation d'un fait qui, dans toute autre supposition, paraît une anomalie : c'est que l'électricité, sous cette forme, demeure *à la surface*. Comment peut-il y avoir un mode d'activité qui doive rester limité à la surface d'une substance? C'est ce qu'il n'est pas facile de comprendre, si ce n'est avec quelque théorie du genre de celle que je propose.

Nous nous expliquons aussi cette vérité tant répétée par Faraday, qu'on ne peut obtenir une charge d'une espèce d'électricité sans qu'il se produise une charge correspondante de l'autre espèce. Notre hypothèse en effet exige nécessairement que nulle perturbation moléculaire du genre décrit n'ait lieu sans que se produise simultanément une perturbation contraire et parfaitement égale.

Ne pouvons-nous pas dire aussi que l'hypothèse nous donne

quelques lumières sur les phénomènes d'induction ? Jusqu'ici, nous avons considéré uniquement des cas où les deux surfaces, électrisées par la perturbation mutuelle de leurs molécules, sont supposées au contact. Mais, comme le contact apparent n'est pas un contact réel, nous devons, même dans ces cas, admettre que la perturbation mutuelle s'effectue à travers une couche intermédiaire d'éther. Eh bien ! pour expliquer l'induction, il nous faut d'abord supposer que l'épaisseur de cette couche d'éther soit grandement accrue. Demandons-nous alors ce qu'il arrivera si les molécules d'une surface, dans cet état de trouble intérieur violent, agissent sur les molécules d'une surface voisine. Que la couche d'éther soit assez mince pour échapper à nos sens, ou assez épaisse pour devenir visible, il n'est pas moins vrai que, si les perturbations mutuelles sont transmises dans un cas, elles doivent l'être dans l'autre ; par suite, une surface qui est le siége de perturbations moléculaires d'une certaine sorte induira des perturbations d'espèce contraire dans les molécules de la surface adjacente.

Un mot encore pour justifier cette hypothèse : c'est que l'électricité voltaïque semble admettre une interprétation analogue. En effet, tout réarrangement des molécules (il s'en produit dans toute décomposition chimique suivie de recombinaison) suppose une perturbation mutuelle des mouvements de ces molécules ; car ces perturbations doivent obéir à la loi générale ci-dessus exposée : les molécules doivent causer dans les mouvements les unes des autres des dérangements égaux et de sens contraires, et ainsi produire des troubles *positifs* et *négatifs* qui s'annulent dès qu'il y a communication entre eux.

Il est clair que si je propose cette idée, c'est simplement comme une conception née dans l'esprit d'un homme qui n'est pas du métier. Assurément elle offre des difficultés : ainsi on ne voit pas qu'elle explique les attractions et répulsions électriques. Sans doute, elle souffre d'autres objections que je ne vois pas et qui frapperont tous les savants plus familiarisés avec les faits. On peut n'y voir qu'une pure spéculation; et si je la donne ici, c'est pour qu'elle coure la chance d'obtenir quelque attention, à supposer qu'elle en soit digne.

Depuis la mise à l'impression du post-scriptum précédent, j'ai reçu touchant ces quelques pages des critiques faites, les unes de vive voix, les autres par écrit, et que je dois à plusieurs de nos principaux électriciens et physiciens; et j'en ai profité pour corriger en différents points mon exposé. Je n'ai trouvé personne pour endosser mon hypothèse; mais aussi les objections qui se sont élevées contre elles ne m'ont pas démontré qu'elle fût insoutenable.

Il y a un point sur lequel, pour éviter tout malentendu, je dois ajouter un mot. J'ai décrit les perturbations mutuelles et d'espèces opposées des molécules, comme prenant la forme de vagues qui se propagent en s'éloignant de l'origine du trouble et s'annulent une fois mises en communication; or une objection se présente : des vagues en se rencontrant ne s'annulent pas réciproquement; elles se franchissent l'une l'autre et poursuivent leur course. Mais il y a deux points où les vagues dont on parle et celles que j'ai décrites, et qui peut-être ne méritent pas ce nom, ne se ressemblent point. Les vagues de l'objection,

celles par exemple qui se montrent à la surface d'un liquide, sont chacune le résultat de deux déviations contraires partant d'un état moyen. Dans chacune, il y a un excès et un défaut. Une série de ces vagues est une série de divergences positives et négatives; et, si deux séries de ce genre se rencontrent, elles ne doivent pas s'annihiler. Mais on ne peut comparer ce cas-là avec un autre cas, où l'effet propagé selon une direction est dans sa totalité un surcroît de mouvement, et l'effet propagé dans la direction contraire un défaut de mouvement; ces effets étant, en d'autres termes, des changements positifs ou négatifs produits dans d'autres mouvements, s'ils sont de valeur égale, doivent, en se rencontrant, s'annihiler. Si l'un donne une addition continuelle de mouvements dans un certain sens, et l'autre une soustraction parallèle dans ce même sens, les deux, en s'ajoutant, doivent faire zéro. Il y a encore un autre point où l'on voit bien le manque de parallèle entre les deux cas. Les vagues qu'on nous allègue et qui ne s'annulent pas sont des vagues produites par quelque force étrangère au milieu où elles naissent, par quelque force extrinsèque. Par suite, si l'on se place au point d'origine, on voit qu'elles sont nécessairement, et dans leur totalité, *positives* dans toutes les directions qu'elles suivent; par suite encore, si par un circuit elles reviennent se rencontrer, il en doit résulter un trouble cumulatif. Au contraire, dans le plus simple des cas que j'ai examinés (celui de l'électricité par contact), la perturbation n'a pas une origine extérieure, mais intérieure. Il n'existe pas de force étrangère, aux dépens de laquelle ait pu s'accroître positivement la quantité de mouvement contenue dans la substance troublée.

La force en jeu est simplement celle que la substance possède en elle-même; elle ne saurait y engendrer plus de mouvement qu'il n'y en existe déjà; et par conséquent tout surcroît de mouvement qui apparaît dans les molécules en un point quelconque est payé par quelque perte égale qui se manifeste ailleurs. Ici, la perturbation ne peut être un mouvement positif dans toutes les directions autour du point d'origine; tout mouvement positif engendré d'une façon continue selon une direction est le simple effet d'un mouvement négatif et contraire engendré aussi d'une façon continue; et, puisqu'ils se créent mutuellement, ils doivent, par une conséquence immédiate, pouvoir s'annuler mutuellement.

Au cours des discussions que j'ai dû soutenir, une façon nouvelle d'exposer mon raisonnement m'est venue à l'esprit; la voici :

1. On frotte l'un contre l'autre deux corps homogènes; il en résulte de la chaleur; on explique le fait en disant que le mouvement par masses s'est transformé en mouvement moléculaire. Ici, le mouvement produit du mouvement : il n'y a de changé que la *forme*.

2. On remplace l'un de ces deux corps par un troisième, différent en nature du second, et on les frotte de nouveau. Encore une fois, une certaine quantité de chaleur est produite : une partie du mouvement des masses est, comme précédemment, transformée en mouvement moléculaire. Mais en même temps le reste du mouvement des masses est changé; cherchez en quoi? Sûrement ce n'est pas en un fluide, en une substance, en une chose. Il ne se peut pas que ce qui dans le premier cas produit un changement d'*état,* produise dans le second cas une

entité. Bien plus, dans ce second cas, une partie du mouvement primitif se change en une autre espèce de mouvement : comment veut-on qu'une autre partie du même se change en une espèce de matière?

3. Si donc, lorsque les deux corps frottés ensemble sont homogènes, le mouvement sensible se transforme en mouvement insensible, ne faut-il pas dire que les corps étant hétérogènes, le mouvement sensible se transformera encore en mouvement insensible? et, s'il y a quelque différence de nature entre le mouvement insensible produit dans l'un et dans l'autre cas, ne devra-t-elle pas tenir uniquement à la différence de nature des molécules qui ont à agir les unes sur les autres?

4. Quand les deux masses sont homogènes, les molécules dont sont faites les deux surfaces frottées se troublent mutuellement et accroissent leurs oscillations; donc, quand les deux masses sont hétérogènes, les molécules dont sont faites les deux surfaces frottées doivent aussi se troubler mutuellement en quelque manière, accroître leur agitation respective.

5. Quand les molécules des deux groupes sont d'espèces semblables, leur perturbation mutuelle a pour effet unique d'accroître l'amplitude de leurs oscillations, cela grâce au synchronisme de ces oscillations; dès lors, quand les molécules sont dissemblables, ne faut-il pas que la différence de leurs états vibratoires ait pour conséquence, dans leur perturbation mutuelle, une action différentielle? La discordance de leurs oscillations ne doit-elle pas produire un résultat qui ne peut se produire quand les oscillations sont concordantes, c'est-à-dire une forme complexe de mouvement moléculaire?

6. Tels sont les effets produits dans des masses de molécules relativement simples, mises en contact, à même d'agir l'une sur l'autre : ne faut-il pas en conclure que des effets du même genre, mais d'ordre différent, seront produits par l'action mutuelle non plus des molécules considérées comme des touts, mais de leurs éléments? Si les surfaces frottées sont composées l'une et l'autre de molécules très-complexes, dont chacune peut contenir parfois des centaines de molécules plus petites, unies en un groupe selon un ordre défini, alors, en même temps que les molécules entières agissent mutuellement sur leurs mouvements, ne devons-nous pas croire que les éléments des molécules d'un genre affecteront ceux des molécules de l'autre genre? Tandis que les molécules entières accroïssent mutuellement leurs oscillations, ou les dérangent, ou font les deux à la fois, leurs éléments ne sauraient être combinés d'une façon si stable que les membres de l'un des groupes fussent parfaitement inertes à l'égard de ceux de l'autre. Or, s'ils sont actifs, il doit exister une certaine forme complexe de mouvement moléculaire qui se produit quand des masses de molécules très-composées et très-dissemblables par leurs natures sont à même d'agir l'une sur l'autre.

J'ai exposé mes propositions et mes questions; maintenant j'abandonne mon idée à son destin. Une dernière remarque : si l'on part des principes aujourd'hui reconnus de la physique moléculaire, il paraît difficile d'échapper à une conclusion : c'est qu'il doit exister des actions de l'espèce ici décrite, qu'il doit en résulter des phénomènes de diverses classes; et si ces phénomènes ne sont pas ceux de l'électricité, il reste à en établir l'identité.

V

LA CONSTITUTION DU SOLEIL

(*The Reader,* 25 février 1865.)

Comparaison d'une hypothèse de l'auteur sur la structure du soleil avec celle de M. Faye. — Ressemblance des deux : le corps du soleil est, dans l'une et l'autre, fait de gaz très-chauds ; la condensation s'y produit d'abord à la surface et non au centre. — Différence : dans la première, il s'est déjà formé autour de ce corps une enveloppe liquide incandescente, elle-même environnée d'une photosphère ; dans la seconde, l'enveloppe liquide manque encore : elle apparaîtra plus tard et causera bientôt l'extinction de l'astre.

Objection à M. Faye. — La densité moyenne du soleil ne permet pas d'en faire un corps purement gazeux. — Les taches ne peuvent être des ouvertures par où apparaîtraient les gaz obscurs du noyau : ces gaz obscurs seraient nécessairement translucides et laisseraient paraître l'autre côté de la photosphère.

Aspect général du soleil, expliqué par la première hypothèse. — Les *taches lumineuses* et les *pores* : courants ascendants écartant les nuages et laissant mieux voir la surface en fusion. — Les *facules*. — Les *taches brillantes* extraordinaires. — Les *taches obscures :* explication voisine de celle de Kirchhoff ; formation de nuages obscurs dans la dépression centrale des cyclones solaires. (TR.)

L'hypothèse de M. Faye, que vous avez exposée dans vos numéros du 28 janvier et du 4 février, est sur bien des points identique à une hypothèse que j'ai osé mettre en avant dans un article sur « l'astronomie contemporaine et l'hypothèse de la nébuleuse », dans la *Revue de Westminster* de juillet 1858. En recherchant les causes possibles des différences énormes qu'on trouve entre les densités des diverses planètes, je fus conduit à mettre en doute une hypothèse qu'on admet facilement : celle qui veut que toute planète soit, du centre à la surface, faite de matières solides et liquides. Il me parut qu'on pouvait avec autant de droit leur attribuer toute autre structure interne qui leur assurerait une stabilité mécanique convenable. Alors se présenta à moi cette hypothèse d'une enveloppe solide ou liquide, dont la cavité serait remplie de substances gazeuses à une haute tension et à une haute température ; elle me parut digne d'attention, parce qu'elle nous promettait une explication des anomalies dont il s'agissait, ainsi que de diverses autres [1].

1. Cette idée a été exposée par M. Spencer dans un passage de son Essai sur l'*Hypothèse de la Nébuleuse*, qu'il a depuis supprimé. Elle repose sur cette

De là cette question : Quelle structure aurait une planète formée par la condensation d'une nébuleuse? « Si l'on part d'un sphéroïde gazeux en rotation, arrivé aux derniers moments de sa concentration, sans qu'il ait encore commencé à prendre une forme solide ou liquide, » les phénomènes qui s'y accompliraient nous ont semblé devoir être les suivants : condensation croissante; par suite, développement de chaleur; température plus grande au centre qu'à la surface; de là un manque d'équilibre; établissement de courants gazeux allant du point le plus chaud au plus froid, le long des lignes où la résistance à la dilatation est minima; en conséquence, circulation constante allant du centre par l'axe de rotation vers chaque pôle; puis de là, grâce à l'accumulation de la matière au pôle, épanchement du trop-plein en des courants superficiels dirigés vers l'équateur; tandis que, d'autre part, ces courants se trouvent balancés par un affaissement continuel, dans la direction du centre, des couches équatoriales. Je continuais en établissant que les gaz allant du centre vers l'équateur par les pôles, se refroidiront

thèse, que « certains gaz ne peuvent être condensés par aucune pression connue, même si l'on fait échapper la chaleur produite par la pression. » M. Spencer invoque, à cette occasion, « une expérience faite à Vienne pour liquéfier l'oxygène, et qui met en évidence ce que cette résistance a de prodigieux. Le piston d'acier dont on se servit fut à la lettre aplati par la pression : le gaz ne se liquéfia pas ! » — En effet, dans les expériences du Prof. Natterer pour la vérification de la loi de Mariotte, dont il s'agit ici, les gaz dits incoercibles furent soumis à des pressions très-fortes (près de 3,000 atm.), sans y céder. Mais on sait qu'en janvier 1878, M. Cailletet d'une part, et M. Pictet de l'autre, sont arrivés simultanément à un résultat plus heureux, avec des pressions bien moins grandes : 200 atm. suffisent à liquéfier l'hydrogène, 650 à le solidifier ; seulement il faut faire intervenir un autre facteur : le refroidissement produit par la détente brusque du gaz comprimé (—140° et plus). Il est clair que les gaz dont parle M. Spencer supportent des pressions bien supérieures à celle qui est nécessaire pour les réduire. Mais les conditions de température peuvent-elles se réaliser dans le cas dont il s'agit? De là dépend aujourd'hui la valeur du raisonnement de M. Spencer.

(TR.)

d'abord par leur dilatation à l'approche de la surface, puis par leur rayonnement plus libre vers l'espace; d'où je concluais que la surface du sphéroïde, auprès de l'équateur, serait la région du plus grand refroidissement. C'est donc là que devaient se déposer les premiers précipités.

« Une ceinture équatoriale de vapeurs se formera d'abord, puis s'élargira en une zone, et peu à peu se condensera sous forme fluide (liquide). Cette pellicule fluide (liquide) s'étendra par degrés de chaque côté de l'équateur, empiètera sur les deux hémisphères, et finira par se fermer sur les pôles; elle produira ainsi un mince globe creux, ou plutôt un sphéroïde, rempli de matière gazeuse. Non pas que cette condensation doive se produire à la surface tout à fait extérieure; car autour des gaz plus denses, formant la masse principale, s'étendront sans doute des couches de gaz trop rares pour concourir à ces phénomènes. C'est de la surface de ce sphéroïde intérieur fait de gaz plus denses qu'il s'agit dans notre raisonnement; c'est là que s'accomplira cette condensation première.

« La circulation intérieure ci-dessus décrite continuant, comme elle ne peut manquer de le faire, après la formation de cette pellicule liquide, le rayonnement de chaleur se poursuivra, et avec lui la condensation. La pellicule s'épaissira aux dépens des substances gazeuses de l'intérieur qui s'y uniront en forme de précipité. A mesure qu'elle s'épaissit, que le globe se contracte, et que la force de gravitation augmente, la pression croît; par suite, le dégagement et le rayonnement de chaleur se poursuivent avec plus de rapidité. A la longue toutefois, l'enveloppe liquide pourra devenir fort épaisse, et la cavité

intérieure relativement petite ; alors cette enveloppe, avec ses courants lents, s'opposera au dégagement de la chaleur, et c'en sera peut-être assez pour faire pencher la balance : la température de la surface extérieure se mettra à baisser, et une croûte compacte se formera, sans que la cavité intérieure soit encore comblée de matières solides. »

Je laisse ici de côté les diverses confirmations de cette déduction *a priori*, que l'on peut tirer, comme je l'ai fait voir, des différences entre les densités des planètes aussi bien que de divers autres caractères secondaires de ces corps. J'arrive aux conclusions que j'avais déduites de l'hypothèse touchant la constitution du soleil. Comme la marche de la condensation est essentiellement la même pour tous les sphéroïdes nébuleux qui se concentrent, planètes ou soleil, j'en conclus que le soleil en est actuellement à cet état d'incandescence que toutes les planètes ont depuis longtemps dépassé; ce qui explique la lenteur de son refroidissement, c'est sa condensation plus récente, et aussi le rapport infiniment plus grand de sa masse à sa surface. J'admis que le soleil était arrivé à la structure que voici : une enveloppe en fusion, enfermant un noyau gazeux; j'en déduisis que cette enveloppe, rayonnant toujours sa chaleur, mais en récupérant toujours de nouvelle par l'incessante concentration de la masse solaire, doit demeurer constamment à la température où la substance dont elle est faite se sublime.

« Si nous nous reportons à la terre, alors qu'elle était encore en fusion à la surface, et à ce qui a dû s'y passer, nous verrons que probablement, autour de la surface encore en fusion du soleil, se trouve une couche de gaz lourds faits de métaux et composés

métalliques sublimés; puis, au-dessus, une couche comparativement rare et semblable à l'air. Or que doivent devenir ces deux couches ? Si toutes deux étaient faites de gaz permanents, elles ne pourraient demeurer distinctes : d'après une loi bien connue, elles finiraient par former un mélange homogène. Mais ce phénomène devient impossible ici, la couche inférieure étant faite de substances qui ne sont gazeuses qu'à des températures extrêmement hautes. S'élevant d'une surface en fusion, montant alors, se dilatant, se refroidissant, elles atteignent ainsi une hauteur limite, passé laquelle elles ne peuvent exister à l'état de vapeurs, se condensent et se précipitent. Cependant la couche supérieure, chargée à l'ordinaire d'une dose suffisante de ces vapeurs, comme notre air l'est d'eau, et prête à les précipiter au premier abaissement de température, ne pourra généralement pas recevoir un surcroît de gaz empruntés à la couche inférieure, et par suite cette couche restera tout à fait distincte. » (P. 95.) Nous concluons donc qu'il y aura deux atmosphères concentriques, ayant une limite ou surface de séparation bien définie.

Dans une édition revue de cet Essai, que je publiai avec d'autres en novembre 1863, j'ajoutai ce qui suit :

« Depuis l'époque où le paragraphe précédent parut pour la première fois (1858), la proposition qui s'y trouve avancée à titre de corollaire de l'hypothèse de la nébuleuse a été en grande partie vérifiée. Après les merveilleuses découvertes dues à l'analyse spectrale, il n'est plus possible de douter que l'atmosphère solaire ne contienne, à l'état gazeux, divers métaux : fer, calcium, magnésium, sodium, chromium et

nickel, avec quelques traces de barium, de cuivre et de zinc.

« N'oublions pas non plus de le dire, les découvertes de Kirchhoff ont une importance notable pour la théorie que nous avons soutenue dans un passage précédent. A part le barium, le cuivre et le zinc, qui paraissent n'être là qu'en petites quantités, les métaux qui se trouvent à l'état de vapeur dans l'atmosphère solaire, et par conséquent à l'état liquide dans le noyau incandescent, ont une densité moyenne de 4,25. Or la densité moyenne du soleil est de 1 environ. Comment expliquer cette différence? De dire que le soleil est formé presque uniquement des trois plus légers d'entre les métaux énumérés, c'est dépasser de beaucoup ce qui est prouvé ; les résultats de l'analyse spectrale nous autoriseraient tout aussi bien à dire que le soleil est fait presque entièrement des trois plus pesants. Trois de ces métaux (dont deux lourds) ont déjà été mis hors de cause, comme paraissant n'exister là qu'à de faibles doses ; la seule supposition sur laquelle on puisse baser une estime sérieuse du poids spécifique du tout, c'est donc celle-ci : que les autres s'y trouvent en quantités à peu près égales. Serait-ce alors que les métaux les plus légers prédomineraient dans le noyau en fusion, tout en étant moins abondants dans l'atmosphère ? La chose est bien invraisemblable : les habitudes connues de la matière nous feraient plutôt admettre le contraire. Serait-ce que, avec la température et la force gravitative qui règnent sur le soleil, l'état de condensation dit liquide y serait absolument différent de ce qu'il est sur la terre ? C'est là une hypothèse bien hasardée; notre expérience à la surface de la terre ne nous fournit rien de concluant en sa

faveur ; et, quand on admettrait cette dissemblance, il n'est guère à croire qu'elle pût faire varier les densités dans la proportion de 4 à 1. La conclusion la plus légitime, c'est que le soleil n'est pas dans toute sa profondeur fait de matière en fusion ; qu'il est formé d'une enveloppe en fusion, avec un noyau gazeux. Et c'est là, nous l'avons vu, un corollaire de l'hypothèse de la nébuleuse. »

Cette conception de la structure du soleil est semblable à celle de M. Faye, en ce qui concerne les métamorphoses successives de cet astre, les formations qui en ont résulté, et son état final ; mais elle en diffère en ce qu'elle suppose la condensation de soleil plus avancée que ne le croit M. Faye. A en juger par votre résumé de la brochure de M. Faye, le soleil, pour lui, serait aujourd'hui un sphéroïde gazeux avec une enveloppe de métaux à l'état de précipité et condensés en nuages lumineux ; ces nuages seraient parfois dispersés, sur tel ou tel point, par des courants venus de l'intérieur ; de là cette apparence que nous nommons les taches ; quant à la formation d'une enveloppe liquide, il la prévoit comme un évènement futur, qui aura pour conséquence prochaine l'extinction de l'astre. Au contraire, dans l'hypothèse ci-dessus exposée, l'enveloppe liquide existe déjà au-dessous de la photosphère visible ; et l'extinction ne peut se produire avant que, la condensation se poursuivant, le noyau gazeux ait été réduit et l'écorce épaissie au point de retarder considérablement le dégagement de la chaleur produite. Cette hypothèse échappe, je crois, à quelques objections qui valent contre celle de M. Faye ; et elle s'accorde avec les apparences aussi bien, si ce n'est mieux. Comparons-les ensemble.

La densité du soleil est assez basse pour écarter presque péremptoirement cette supposition, que le corps de l'astre soit, du centre à la surface, formé de matières solides ou liquides ; mais pourtant elle est plus élevée qu'elle ne pourrait probablement l'être dans un sphéroïde gazeux avec une enveloppe de vapeurs. Peut-être, en dépit de sa haute température, la gravitation de la matière solaire vers son centre est-elle suffisante pour donner aux parties intérieures une densité considérable ; mais de croire que la densité de la portion centrale d'une masse gazeuse pût ainsi monter assez haut pour élever la densité moyenne du tout à la hauteur de celle de l'eau, c'est aller bien loin. Aux gaz chauds du voisinage de la surface, on ne peut guère attribuer un tel poids spécifique ; or, sans cela, il faut reconnaître à ceux du dedans un poids bien plus élevé encore.

En outre, ce qui paraît avoir contribué à attacher M. Faye à son hypothèse, c'est qu'elle fournit une explication des taches : il y faut voir alors des trous faits dans la photosphère et par lesquels nous apparaissent les gaz relativement obscurs dont est formé le dedans. Mais, si ces gaz intérieurs sont obscurs faute de contenir aucun précipité, ne doivent-ils pas par la même raison être transparents ? Et alors la lumière de la partie opposée de la photosphère ne devra-t-elle pas nous arriver à travers, presque aussi éclatante que celle du côté qui nous regarde ? Plus les gaz très-chauds de l'intérieur sont impuissants, leurs molécules étant dissociées, à envoyer des ondes lumineuses, plus ils doivent l'être à absorber la lumière qui les traverse. Leur pouvoir conducteur à l'égard de la lumière est d'autant plus grand que leur pouvoir émissif est petit : ces pouvoirs

sont complémentaires. Dès lors, il n'y a pas de raison apparente pour que le dedans du soleil, se laissant découvrir par les ouvertures de la photosphère, ne soit pas aussi brillant que le dehors.

Mais supposons la concentration plus avancée. Soit une enveloppe de métaux en fusion, enfermant un noyau gazeux dont la température est plus haute encore ; ce noyau émet sans cesse, sous forme de chaleur, le mouvement que les molécules de la masse entière perdent en s'approchant de leur centre commun de gravité ; l'enveloppe sera donc maintenue toujours à la plus haute température compatible avec son état de liquidité. A moins d'admettre que le rayonnement seul suffise à dissiper toute la chaleur produite par les progrès de la condensation, la température de la masse devra, la conclusion est forcée, s'élever jusqu'au point où une portion de sa chaleur passera à l'état latent et servira à vaporiser les parties superficielles. L'atmosphère de gaz métalliques ainsi formée ne pourra continuer à s'accumuler sans atteindre à la fin, au-dessus de la surface du soleil, une hauteur où, refroidie par le rayonnement et la raréfaction, elle se condensera en nuages ; et même elle ne peut cesser de s'amasser, avant que la condensation effectuée à sa limite supérieure ne fasse équilibre à la vaporisation effectuée à sa limite inférieure. Cette limite supérieure de l'atmosphère de gaz métalliques, où les précipités prennent constamment naissance, formera la photosphère visible ; celle-ci émettra d'abord une lumière propre, puis laissera transparaître la lumière plus éclatante venue de la masse incandescente située au-dessous. Des apparences vérifient bien cette conclu-

sion. Sir John Herschel, qui pourtant plaide pour une hypothèse opposée, donne de la surface du soleil une description parfaitement en harmonie avec les phénomènes supposés par nous. Il dit :

« Rien ne donne une idée plus fidèle de cette apparence, que la chute lente de quelque précipité chimique floconneux à travers un fluide transparent, vue de loin en projection verticale; l'image est si fidèle, qu'il est même bien difficile de ne pas penser à un milieu lumineux mélangé, mais non pas confondu, avec une atmosphère transparente et non lumineuse, soit qu'il y flotte à la façon des nuages dans l'air, soit qu'il s'y épande en vastes nappes, en colonnes, pareilles à des flammes ou aux jets de feu de nos aurores boréales, et perpendiculaires à la surface. »

En admettant la constitution du soleil ci-dessus déduite, il ne semble pas difficile de concevoir encore plus précisément l'origine de ces apparences. En tous les points de l'atmosphère de vapeurs métalliques dont est revêtue la surface du soleil, il doit y avoir des courants ascendants et descendants. La grandeur de ces courants dépendra évidemment de l'épaisseur de cette atmosphère ; si elle est mince, les courants seront petits ; si elle a une profondeur de plusieurs milliers de milles, les courants pourront être assez larges pour nous rendre visible le point où ils viennent se heurter à la limite supérieure de l'atmosphère, et ceux où commencent les courants descendants. C'est au sommet de chaque courant ascendant que l'épaisseur du nuage condensé est la moindre, et c'est par là que la lumière venue du dessous passe en plus grande abondance. Au sommet d'un

tel courant, les nuages qui se forment sans cesse seront sans cesse rejetés de côté par les gaz non condensés arrivant d'en bas ; ils grossiront à mesure qu'ils seront ainsi chassés, et se ramasseront dans les intervalles laissés libres entre les courants ascendants : c'est dans ces intervalles que leur couche sera le plus opaque. De là cette apparence pommelée, de là les « pores » ou intervalles sombres qui séparent les taches lumineuses.

Parmi les phénomènes secondaires que présente la photosphère, considérons d'abord les facules. On les attribue aux vagues de la photosphère ; et l'on a tiré de diverses hypothèses autant de raisons pour expliquer comment ces vagues peuvent produire un surcroît de lumière. Or que produiraient-elles dans une photosphère ayant la structure et les rapports que nous avons dits ? Une telle vague traverserait une voûte de nuages, d'épaisseur variable, et y produirait un trouble qui sans doute ne manquerait pas d'altérer la transparence moyenne tant des parties minces que des parties épaisses. Il est à croire qu'en de certains points la vague élargirait l'aire de certains nuages que la lumière traverse ; elle livrerait ainsi passage à un plus grand nombre de rayons venus d'en bas. Un autre phénomène, plus rare, mais plus frappant, paraît aussi s'accorder avec l'hypothèse. Je parle de ces taches dont l'éclat surpasse beaucoup celui de la photosphère et qu'on observe parfois. Au cours d'une évolution physique aussi vaste et aussi active qu'on la suppose dans le soleil, on peut s'attendre que des concours de causes produisent parfois des courants ascendants très-supérieurs par la température, ou par le volume, ou par les deux, aux courants ordinaires. Il se pourra que l'un

d'entre eux, arrivant à cette couche de nuages lumineux et illuminés, la photosphère, la traverse d'un jet, la disperse, la dissolve et s'élève bien au-dessus avant de se condenser à son tour ; alors il laisse voir, à travers sa masse transparente, l'enveloppe en fusion, incandescente, du corps de l'astre.

Mais, pourra-t-on nous demander, les taches, au sens ordinaire du mot, qu'en direz-vous? Dans l'essai d'où sont tirées les citations précédentes, j'avais d'abord imaginé que la réfraction subie par la lumière lors de son passage, dans l'atmosphère gazeuse, à travers les dépressions centrales des cyclones, pourrait bien en être la cause. Mais, bien que ce soit là, on peut le soutenir, une « cause véritable », à y bien réfléchir, elle me parut insuffisante. Toutefois je ne perdis pas la question de vue ; je continuai à admettre comme un postulat l'idée d'Herschel, que les taches sont produites de façon ou d'autre par des cyclones, et, dans l'année qui suivit la publication de mon essai, je fus conduit à une hypothèse qui me sembla plus satisfaisante. Cette hypothèse, dont je parlai alors au professeur Tyndall, a un point de commun avec celle que publia depuis le professeur Kirchhoff : toutes deux attribuent l'obscurité dont il s'agit à un nuage. Des travaux plus pressants m'empêchèrent un temps de développer mon idée ; et, plus tard, ce qui me détourna de l'insérer dans l'édition revue de mon Essai, ce fut qu'elle ne s'accorde pas avec la doctrine alors dominante, dite de « la feuille de saule ». Voici comment je raisonnais : La région centrale d'un cyclone doit être un centre de raréfaction, donc de refroidissement. Or, dans une atmosphère de vapeurs métalliques s'élevant d'une surface en fusion,

puis arrivant à une limite où elles se condensent, l'état moléculaire, surtout à la partie supérieure, doit être instable : une médiocre diminution de la densité, ou un abaissement de la température, doit les précipiter. En d'autres termes, l'intérieur raréfié d'un cyclone solaire doit être occupé par un nuage : la condensation, au lieu de se produire seulement au niveau de la photosphère, pénètrera ici bien plus bas et s'étendra sur une vaste surface. Quelle sera la nature du nuage ainsi placé au centre d'un cyclone? Il aura un mouvement de rotation ; en effet, on l'a vu tourner sur lui-même. Il aura la forme d'un entonnoir, l'analogie nous permet de le croire ; et par suite ses parties centrales seront bien plus profondes que le pourtour, donc bien plus opaques. Ici encore, nous sommes d'accord avec l'observation. M. Dawes a découvert qu'au milieu de toute tache, il y a une tache plus noire ; au point précis où doit, selon nous, exister un prolongement du nuage du cyclone, ayant forme d'entonnoir, et dirigé en bas vers le corps de l'astre, l'obscurité est plus profonde qu'ailleurs. En outre, nous avons ainsi une raison suffisante de l'affaissement qu'on remarque dans ces espaces sombres. Dans une trombe de gaz, comme dans un tournant d'eau, le niveau du tourbillon sera d'ordinaire au-dessous du niveau général, et, tout autour, la surface du milieu environnant sera creusée dans la direction du trou. Par suite, une tache vue obliquement, comme elle se présente quand elle approche du bord de l'astre, cachera de plus en plus sa partie obscure, la pénombre demeurant encore visible. Nous ne sommes pas non plus sans pouvoir rendre compte de la pénombre. Si, comme il ressort de ce que j'ai dit, les

« feuilles de saule » ou « grains de riz » sont les sommets des courants ascendants partis du corps du soleil, quels changements ces apparences subiront-elles sous l'action d'un cyclone voisin? Le cyclone aspire autour de lui, jusqu'à une certaine distance, les gaz vers le gouffre qu'il creuse. Toute la photosphère adjacente, avec ses nuages plus translucides et qui forment une étendue lumineuse, aura sa forme changée par ces courants centripètes; elle sera comme violemment étirée ; la pénombre acquerra ainsi cet aspect qu'on lui trouve et qui l'a fait comparer à « un chaume ».

Naturellement, il faut prendre toutes ces idées comme une pure spéculation; et il en est ainsi de toutes celles qu'on répand aujourd'hui concernant la structure du soleil. Mais, puisque nous n'avons aucune hypothèse appuyée sur un commencement de preuve scientifique, j'ai cru bon d'offrir celle-ci, qui est assise sur des principes démontrés de physique et qui s'accorde en général avec les apparences.

VI

LES SOPHISMES DE LA GÉOLOGIE

(*Universal Review*, juillet 1859.)

Des généralisations prématurées : elles forment les étapes de la science. — Exemple de l'astronomie. — Leur ordre de succession indique la direction où marche chaque science.

Géologie. Théorie de Werner, dite *neptunienne*. Quoique absurde, elle a rendu des services. — Doctrine de Hutton : l'action de l'eau rendue plus naturelle ; adjonction d'un agent, le *feu*. — Théories plus récentes : multiplication des agents; plus de catastrophes.

Action latente des hypothèses anciennes et condamnées :

Traces de l'hypothèse des couches uniformes, en « feuilles d'oignon ». — Classification des *strates* d'après leurs caractères minéralogiques. Fausseté de cet indice, reconnue par ceux qui s'en servent. — Des prétendus *systèmes* universels de strates ou des *âges* de la terre. Arguments.

Traces de l'hypothèse de l'uniformité des flores et faunes sur toute la terre pour chaque époque : classification des terrains d'après leurs *fossiles*. — Fausseté reconnue de cette méthode. — Son influence fictive : Murchison et Lyell.

De la classification fondée sur la concordance des trois indices (caractères minéralogiques, ordre de superposition, fossiles). — Discontinuité des systèmes. — Faible ressemblance des fossiles des différentes régions. — Argument tiré de la vraie méthode géologique, de l'explication par des causes encore observables. — Exemples de strates aujourd'hui en voie de formation et qui, bien que contemporaines, diffèrent par tous leurs caractères. L'Australie.

Doctrine de Hugh Miller. Ses préoccupations théologiques. Ses deux arguments contre l'évolution.

1° Deux hiatus dans la succession des espèces fossiles. — Les *créations successives*. — Objection : exemples d'hiatus pareils, déjà comblés. — Explication naturelle de ces hiatus. — Rythme astronomique de la précession des équinoxes. — Petits et grands affaissements ou soulèvements de la croûte terrestre.

2° La succession chronologique des espèces fossiles correspond-elle à leur hiérarchie ? — Solutions en présence : évolution, création successive, création unique. — En quoi le problème est mal posé : nous n'avons de traces que des époques géologiques les plus récentes. — Les couches

dites *azoïques* sont postérieures à certains terrains fossilifères. — Le feu a détruit les fossiles des couches anciennes : roches métamorphiques. — Faible épaisseur des couches connues par rapport à la croûte terrestre. — Le progrès apparent des espèces expliqué sans l'évolution. — Histoire d'un continent imaginaire soulevé dans le Grand Océan. — Comment il emprunterait sa flore et sa faune aux continents voisins, et en suivant l'ordre hiérarchique des espèces.

Conclusion : Insuffisance de la paléontologie en présence du problème de l'évolution. (TR.

Le penchant à généraliser est commun à tous les esprits : le degré seul fait la différence. Sans lui, à dire vrai, il n'y a pas d'intelligence, mais il a des inconvénients qu'on ne peut nier. C'est par lui seul qu'on arrive à la vérité; et c'est lui qui presque irrésistiblement nous entraîne dans l'erreur. Sans notre tendance à affirmer de tous les cas possibles ce que nous avons observé dans certains cas, il n'y a plus de raisonnement; et c'est pourtant cette tendance qui induit à chaque instant les hommes à tirer de leurs expériences limitées des conclusions qu'ils tiennent à tort pour universelles ou absolues. En un sens, on ne peut guère voir là un vrai mal : car, sans les généralisations prématurées, on n'arriverait jamais à la généralisation vraie. Si nous attendions d'avoir recueilli tous les faits avant d'en chercher la formule, cela ferait un amas énorme, sans ordre, impossible à manier. Il faut les classer en des groupes provisoires, les ordonner en quelque façon, pour pouvoir les traiter; or ce groupement provisoire, c'est, avec un nom différent, la généralisation prématurée.

Telle est la marche constante des esprits des hommes; les erreurs sont les étapes de la route qui mène au vrai : on le voit bien par l'histoire de l'astronomie. Les corps célestes se meuvent en cercle autour de la terre, dirent les premiers observateurs, convaincus en partie par l'apparence, en partie par leurs expériences sur les mouvements centripètes des objets terrestres : car c'est dans cette même classe qu'ils rangeaient les mouvements célestes, parce qu'ils les jugaient tous circulaires et qu'ils ne voyaient pas d'autre façon d'imaginer les choses. Si fausse que fût cette croyance provisoire, sans elle pourtant jamais on n'aurait fait ces comparaisons entre les positions des astres, d'où sortit cette conclusion, que leurs mouvements n'étaient pas représentables par des cercles; de là l'hypothèse des épicycles et des excentriques. C'était encore une fausse idée; mais elle permettait déjà de mieux rendre compte des apparences; elle amena donc des expériences plus précises : et si Copernic put montrer la supériorité de la théorie héliocentrique sur la théorie géocentrique, Kepler l'ellipticité des orbites décrites par les planètes autour du soleil, ce fut grâce à elle seule. De même, sans cette vérité approchée que découvrit Kepler, Newton n'aurait pu établir la loi générale d'où il suit que le mouvement d'un corps céleste autour de son centre de gravité ne se fait pas nécessairement selon une ellipse, mais selon une section conique quelconque. Et enfin il a fallu que la loi de gravitation fût d'abord justifiée, pour qu'il fût possible de déterminer le cours réel des planètes, des satellites et des comètes, et de prouver qu'en vertu des perturbations leurs orbites s'écartent toujours plus ou moins de la

courbe régulière. Ainsi se succédèrent cinq théories provisoires du système solaire, avant que la sixième théorie, la théorie absolument vraie, fût atteinte. A travers ces cinq théories provisoires, dont chacune en son temps passa pour définitive, nous pouvons voir et la tendance des hommes à aller en un bond de quelques données à des généralisations vastes, mais fausses en tout ou en partie, et la nécessité où est l'esprit de passer par ces généralisations transitoires pour arriver pas à pas jusqu'à la vérité.

Dans le progrès des théories géologiques se révèlent clairement les mêmes lois de la pensée. On voit des doctrines, d'ailleurs plus qu'à demi erronées, passer aux yeux de tous durant un temps pour des vérités universelles. On voit les savants réunir des arguments en faveur de ces doctrines, puis des faits contraires se liguer peu à peu contre elles ; à la fin, elles se modifient en conséquence. Sous la direction d'une hypothèse déjà améliorée, les faits sont mieux classés; les nouveaux faits, qui maintenant s'amassent avec rapidité, se coordonnent et s'interprètent mieux ; et de là de nouveaux perfectionnements apportés à l'hypothèse. Pour nous, qui nous trouvons nés au milieu même de ce développement, nous ne pouvons expliquer pleinement le progrès de la science géologique, tel qu'il apparaîtrait de ce point de vue : nous n'en connaissons que les premiers pas. Et pourtant ce n'est pas seulement un spectacle curieux de voir comment les idées plus avancées qui aujourd'hui ont cours sur l'histoire de la terre, sont nées des grossières théories d'auparavant; nous en retirerons en outre de profonds enseignements. Nous verrons combien les anciennes idées ont encore de prise sur les esprits, et du vulgaire, et

même des géologues. Nous verrons comment des faits analogues à ceux qui jadis renversèrent ces vieilles idées s'amassent encore tous les jours et nous menacent de révolutions toutes pareilles. Bref, nous verrons à quel point nous en sommes arrivés dans la préparation d'une théorie vraie de la terre; et, notre situation étant connue, nous serons dans les meilleures conditions pour choisir, entre les diverses opinions en lutte, celles qui sont le mieux dirigées dans le sens véritable des découvertes géologiques.

Il serait inutile et à la fois impossible d'exposer ici toutes les hypothèses qu'ont proposées les hommes habiles d'autrefois et dont plus d'une contient des fragments de vérité. Tombées comme dans un sol ingrat, au milieu de temps mal propices, elles n'ont pas germé; elles ne nous regardent donc pas. Nous n'avons rien à voir ici dans des idées justes sans doute, mais d'où la science n'a rien tiré; il s'agit pour nous de celles qui ont donné naissance à la doctrine géologique actuelle. Nous commençons par Werner.

Il eut pour toutes données les apparences que présente la croûte terrestre dans un certain petit pays de l'Allemagne; il y remarqua l'ordre constant des couches superposées et les caractères physiques de chacune; il en conclut que des couches offrant les mêmes caractères se succédaient, selon le même ordre, sur la surface entière du globe. A la structure lamelleuse de diverses couches, aux débris organiques contenus dans les autres, il reconnut qu'elles étaient toutes sédimentaires; il en conclut encore que toutes ces strates avaient été précipitées, chacune à son tour, du sein d'un menstrue chaotique, dont notre planète avait été

jadis couverte. Ainsi, prenant pour base une connaissance très-incomplète d'un millième de la croûte terrestre, il élevait une pompeuse théorie générale et l'étendait à la totalité du sujet.

Chose curieuse, cette hypothèse neptunienne, qui pourtant semblait s'appuyer sur les faits les plus remarquables du pays environnant, ne soutient pas l'analyse. Pourquoi un menstrue chaotique universel déposerait-il, l'une après l'autre, de nombreuses couches, nettement délimitées, dont chacune a sa composition propre? C'est ce qu'on ne comprend pas. Comment les couches ainsi disposées peuvent-elles contenir des restes d'animaux et de plantes qui n'auraient pu vivre dans le milieu qu'on imagine ainsi? C'est ce qui se comprend moins encore. Mais cette hypothèse avait beau être absurde aux yeux du physicien : elle ne reconnaissait pas moins, en l'altérant à vrai dire, l'un des agents principaux des changements géologiques, l'eau. Elle avait aussi l'avantage de traduire ce fait, que les formations dont est faite la croûte terrestre ont entre elles un certain ordre. De plus, elle donnait déjà un commencement de nomenclature : or, sans momenclature, pas de progrès sérieux. Enfin, elle fournissait un type auquel on pouvait désormais rapporter la succession de couches présentée par les diverses contrées; ainsi on noterait les différences, et l'on dresserait le plan des sections réelles du terrain. C'était là la première généralisation provisoire; c'était un pas utile, si ce n'est indispensable, vers des généralisations plus vraies.

A la suite de cette conception grossière, qui attribuait les phénomènes géologiques à un agent unique, dont l'action était restreinte à une époque primitive, vint une conception bien

supérieure : elle attribuait les mêmes faits à deux agents, travaillant alternativement par périodes successives. Hutton s'aperçut, d'abord qu'il se forme encore maintenant des dépôts de sédiment au fond de la mer, grâce aux détritus charriés par les rivières; et aussi que les couches dont est faite, pour la plus grande partie, la surface émergée, ont été, comme on le voit à de certaines marques, formées semblablement aux dépens d'un sol préexistant; il lui parut que ces couches, pour devenir des terres, avaient dû être soulevées après leur dépôt; et il en conclut que, durant tout un passé immense, il devait y avoir eu des convulsions périodiques, qui soulevaient les continents, avec des époques intermédiaires de repos pendant lesquelles ces continents étaient usés, transformés en nouvelles couches maritimes : celles-ci devaient à leur tour être élevées ensuite au-dessus dè l'Océan. Remarquant ensuite que l'action du feu, à laquelle plusieurs anciens géologues avaient rapporté la création des roches basaltiques, produisait effectivement des troubles en une infinité d'endroits, il jugea qu'il fallait lui attribuer ces convulsions périodiques. Dans cette théorie, nous voyons plusieurs choses : d'abord l'action de l'eau, déjà reconnue d'ailleurs, ne s'exerce plus, comme chez Werner, d'une façon dont l'expérience ne nous offre pas d'exemple, mais bien comme nous la voyons s'exercer tous les jours; ensuite, le feu, en qui on voyait jusque-là la cause de certaines formations particulières seulement, est reconnu pour une force universelle et qui de plus agit d'une manière dont on n'a pas d'exemple. Le premier phénomène, le seul admis par Werner, n'est plus chez Hutton accompagné de catastrophes ni inexplicable : il s'élève à

l'état de fait uniforme et intelligible; le second phénomène, qui vient s'opposer à l'autre, et dont Hutton est le premier à sentir toute l'importance, est, à ses yeux, une série de catastrophes, et ne peut s'assimiler à aucun évènement connu : on n'en rend pas compte. Toutefois, remarquons-le bien, les faits rassemblés jusque-là et provisoirement coordonnés selon les exigences de la théorie de Werner servirent à établir la théorie plus rationnelle de Hutton, plus rationnelle du moins en ce qui concerne les formations aqueuses ; et d'autre part la doctrine des convulsions souterraines périodiques, si naïve qu'elle fût chez Hutton, étant une généralisation temporaire des faits, était un pas qu'il fallait faire pour arriver à la théorie de l'action ignée.

Depuis l'époque de Hutton, les géologues ont continué à pousser leurs idées dans la même direction. Ces anciennes et vastes doctrines ont reçu bien des additions et corrections. On a découvert que les agents mis en œuvre sont bien plus nombreux et plus hétérogènes qu'on n'avait cru d'abord. L'hypothèse du feu a été raisonnée, comme celle de l'eau l'avait été déjà : la croyance toute gratuite à d'immenses soulèvements qui arriveraient tout soudain après de longs intervalles de repos s'est transformée en une théorie bien liée ; c'est celle-ci : que les îles et les continents sont le produit accumulé de petits soulèvements successifs, semblables à ceux dont nous faisons l'expérience lors des tremblements de terre.

Pour entrer dans le détail, voici ce que nous constatons : d'abord les géologues, au lieu de voir dans les pluies et les eaux des rivières, et les dégradations qu'elles font, la seule cause de l'usure des terres et des irrégularités de la surface,

n'attribuent qu'en partie ces irrégularités à la dégradation ; et en outre, les couches nouvelles déposées au fond de la mer ne sont plus pour eux produites par les seuls sédiments des rivières : il faut en rapporter une partie à l'action des vagues et des courants de marée contre les côtes. En second lieu, non-seulement l'idée que Hutton se faisait du soulèvement causé par des forces souterraines a été modifiée depuis que ces forces souterraines ont été assimilées aux causes ordinaires des tremblements de terre ; mais les recherches récentes ont fait voir que ces forces produisent des affaissements comme des soulèvements de la surface ; que les soulèvements locaux, comme les soulèvements généraux qui exhaussent les continents, rentrent tous dans une même catégorie ; qu'enfin tous ces phénomènes ont probablement pour principe l'affaissement progressif de la croûte terrestre sur le noyau qui va se refroidissant et se contractant, et que c'est là la seule raison suffisante de tout le reste. En troisième lieu, nous voyons la géologie moderne, outre ces deux puissants agents en lutte, en reconnaître plusieurs de moindre importance : ainsi les glaciers et icebergs, les polypes des coraux, les *protozoaires* à coquilles siliceuses ou calcaires : chacun de ces agents, si insignifiant qu'il paraisse, se montre en effet capable de produire peu à peu des changements terrestres d'une grande importance. Ainsi, le dernier pas de la géologie en avant l'a éloignée davantage encore des idées primitives. Au lieu d'une cause unique, agent de catastrophes et qui s'est exercée en une fois et partout, telle que la concevait Werner, au lieu d'une cause générale et à effets continus, combattue de temps en temps par une cause

qui se manifeste en des catastrophes, telle que la voulait Hutton, nous autres reconnaissons plusieurs causes, toutes plus ou moins générales et à effets continus. Nous ne recourons plus à des agents imaginaires pour expliquer les phénomènes présentés par la croûte terrestre ; seulement, avec une clarté qui croît de jour en jour, nous voyons que ces phénomènes sont nés de causes semblables à celles qui sont encore en action; mais ces causes se sont combinées de toutes les façons pour agir, et cela durant un laps de temps démesuré.

Après avoir tracé cette esquisse du développement de la géologie, et déterminé la forme actuelle de cette science, considérons en quelle manière elle subit encore l'influence des grossières hypothèses d'où elle sortit; comment aujourd'hui même, telle vieille doctrine, abandonnée en théorie, continue en fait à donner aux idées des géologues leur forme et à maintenir plus d'une croyance d'ailleurs insoutenable. Nous verrons comment ces conceptions simples et vastes, par où débuta la science, sont juste à la portée d'un commençant, et aussi comment diverses influences ont conspiré pour conserver dans les esprits l'embrouillement d'idées ainsi produit; comment, en conservant la nomenclature primitive pour les périodes et les formations, on fait revivre les idées primitives qu'elle impliquait; et comment, ayant besoin de mettre quelque ordre dans les données nouvelles, on en vint naturellement à les introduire de force dans les vieux cadres, malgré leur résistance manifeste. Quelques faits d'abord pour préparer la voie à notre critique.

Jusqu'en 1839, on crut, à voir leur structure cristalline, que

les roches métamorphiques d'Anglesea dépassaient en ancienneté toutes les roches de la grande terre voisine; mais depuis il a été prouvé qu'elles sont contemporaines des schistes et des grès de Carnarvon et de Merioneth. De même, la propriété du clivage en ardoises n'ayant été rencontrée d'abord que dans les roches les plus inférieures, on la prit pour le signe de la plus haute ancienneté : de là plusieurs graves méprises; car, on le sait maintenant, ce caractère minéralogique se trouve dans le système carbonifère. Enfin, certains conglomérats et grès rouges de la côte nord-ouest d'Écosse, que leur aspect lithologique a longtemps fait ranger dans le vieux grès rouge, sont aujourd'hui reconnus pour des siluriens inférieurs.

Par ce peu d'exemples, on voit combien peu il faut se fier aux qualités minéralogiques et les prendre pour indices des âges ou positions relatives des strates. Dans la troisième édition, récemment publiée, de la *Siluria*, on peut recueillir quantité de faits qui portent le même enseignement. Sir R. Murchison tient pour démontré que les pierres siliceuses de Stiper, dans le Shropshire, sont les équivalents des ardoises de Tremadock, dans la Galles-Méridionale. A en juger par leurs fossiles, l'ardoise et le calcaire de Bala sont contemporains du grès de Caradoc, dont le gisement est à 40 milles de là (64 kil.). Dans le Radnorshire, la formation classée sous le nom de roche supérieure de Llandovery est décrite différemment suivant les endroits : c'est tour à tour « un grès ou conglomérat », « un calcaire impur », « des grès durs à gros grains », « du grès siliceux » : voilà une bien grande variété de roches pour une aussi petite étendue que celle d'un comté! Certains lits de sable sur la rive

gauche de la Towy avaient été jadis classés par sir R. Murchison, dans son *système silurien* (évidemment d'après leurs caractères minéralogiques), comme grès de Caradoc : aujourd'hui, il les reconnaît à leurs fossiles pour appartenir à la formation de Llandeilo. Néanmoins la plupart continuent, les uns à faire, les autres à accepter, des raisonnements fondés sur les caractères minéralogiques. La *Siluria*, comme beaucoup d'autres livres de géologie, nous apporte quantité de faits d'où il ressort que des roches du même âge offrent souvent à quelques milles de distance des compositions très-différentes, tandis que des roches d'âges très-différents offrent souvent des compositions analogues; sir R. Murchison nous montre, par exemple dans le cas ci-dessus, que lui-même antérieurement a été induit en erreur pour s'être fié aux signes lithologiques : eh bien! avec cela, dans toute la *Siluria* il raisonne en homme qui trouve naturel de s'attendre à rencontrer dans des formations d'un même âge, si éloignées qu'elles soient, une structure chimique analogue. Ainsi, à propos des roches siluriennes du sud de l'Écosse, il dit : « Traversant en 1850 le pays entre Dumfries et Moffat, je vins à songer que le grès et le schiste durs, soit rougeâtres, soit pourpres, qui sont au nord de la première de ces villes, et qui ressemblent ainsi aux roches profondes du Longmynd, de Llanberis et de Saint-David, devaient être du même âge; » et plus loin il insiste sur ce fait, que ces strates « ont une composition exactement identique à celle des roches profondes de la région silurienne ».

C'est en vertu de cette identité de caractères minéralogiques que la formation écossaise est déclarée contemporaine des for-

mations inférieures du pays de Galles : car, pour les preuves paléontologiques, elles sont rares et ne décident ni pour ni contre. Sans doute, si les mêmes couches s'étaient continuées dans le même ordre, sans interruption, entre le pays de Galles et l'Écosse, ce raisonnement n'aurait donné que peu de prise à la critique. Mais sir R. Murchison le reconnaît lui-même : dans le Westmoreland et le Cumberland, certaines des couches du système « prennent un aspect lithologique différent de celui qu'elles gardent dans la région silurienne et welche; » dès lors il n'y a plus de raison de croire que la continuité des caractères minéralogiques dût se retrouver en Écosse. Évidemment donc, admettre que les formations écossaises sont contemporaines du Longmynd, dans le Shropshire, c'est au fond croire que tels caractères minéralogiques sont l'indice de telle époque.

Il nous reste pourtant à donner des exemples bien plus frappants du pouvoir que garde cette croyance latente. Ce n'est pas seulement dans des pays en somme rapprochés, comme les Basses-Terres d'Écosse, que sir R. Murchison s'attend à trouver une reproduction des strates de Longmynd; dans les provinces rhénanes, il trouve certaines « dalles et certains grès quartzeux, pareils à ceux du Longmynd, » et il en conclut que ces roches, à cause de leur similitude, sont vraisemblablement du même âge. Puis il est question de « quartzites en ardoises de couvreur, avec une teinte verdâtre, qui lui rappelèrent les schistes inférieurs du Cumberland et du Westmoreland, » et qu'il soupçonne visiblement être de la même époque. En Russie, remarque-t-il, les calcaires carbonifères « sont recon-

verts, tout le long du versant ouest de la chaîne de l'Oural, par des grès et des grès calcaires, qui tiennent dans la série générale à peu près le même rang que le grès des meulières en Angleterre; » puis sir R. Murchison appelle ce groupe « le représentant du grès à meulière », montrant bien par là que pour lui l'identité de structure minéralogique tend à prouver l'égalité d'âge, même pour des roches aussi distantes. Bien plus, sur les revers des Andes et dans les États-Unis, il relève des similitudes pareilles et y voit les indices de certaines dates. Non pas que sir R. Murchison défende en théorie cette liaison entre le caractère lithologique et l'âge : à la page même que je viens de citer (*Siluria*, p. 387), il dit : « Tandis que les argiles et sables tendres du silurien inférieur de Saint-Pétersbourg ont leurs équivalents dans les schistes durs et les roches de quartz à veines aurifères qui se trouvent au cœur des monts Ourals, les marnes devoniennes rouges et vertes, non moins tendres, du Valdaï, sont représentées sur le revers occidental de ces monts par des calcaires durs, tordus et fracturés. » Mais, de ces faits et d'autres pareils qu'il reconnaît, l'auteur ne paraît pas tirer grand'chose. S'il déclare lui-même que le grès de Potsdam de l'Amérique du Nord, les dalles de Lingula d'Angleterre, et les schistes à alun de Scandinavie appartiennent à la même période; s'il sait fort bien que, parmi les formations siluriennes du pays de Galles, il y a des strates oolithiques pareilles à celles de l'âge secondaire; son raisonnement n'en est pas moins pénétré, à des degrés divers, de cette idée que les formations semblables par leurs qualités sont probablement du même âge. N'est-il pas évident par là que l'hypothèse con-

damnée de Werner exerce toujours son influence sur les spéculations des géologues?

« Mais, pourra-t-on dire, si chaque couche ne se continue pas d'ordinaire sur une vaste étendue, du moins les systèmes de couches ont cette continuité. Si, dans un espace de quelques milles, un même lit se change par degrés d'argile en sable, ou s'amincit et disparaît, le groupe de strates auquel il appartient ne subit pas le même sort : il garde jusque dans des régions éloignées le même rapport avec d'autres groupes. »

On le croit généralement. C'est sur cette idée que les classifications géologiques aujourd'hui reçues paraissent avoir été élevées. Le système silurien, le devonien, le carbonifère, etc., apparaissent dans nos livres comme autant de groupes de formations qui partout se succèdent selon un ordre donné et dont chacun, où qu'il se trouve, a partout la même date. On ne saurait affirmer que cette succession des systèmes soit universelle; et pourtant c'est là ce qu'on semble admettre tacitement. Dans l'Amérique du Nord et du Sud, en Asie, en Australie, on assimile telles séries de strates à tels ou tels de ces groupes; elles ont certains caractères minéralogiques, un certain ordre de superposition : et ce sont là entre autres les raisons qu'on donne pour les assimiler ainsi. Sans doute aucun géologue compétent n'irait soutenir que la classification européenne des strates peut s'étendre au globe entier; et pourtant la plupart, pour ne pas dire tous, se placent, quand ils écrivent, dans cette hypothèse. Sur dix lecteurs d'ouvrages de géologie, neuf emportent une vague idée que les divisions en terrains primaire, secondaire, tertiaire sont d'une application absolue et uni-

forme; que ces grandes divisions enferment des subdivisions, dont chacune se distingue des autres d'une façon nette et se fait reconnaître partout grâce à ses caractères; et que sur tous les points de la terre, ces systèmes secondaires ont commencé et fini en même temps. Quand ils rencontrent cette expression : « l'âge carbonifère, » ils tiennent pour assuré qu'il s'agit d'un âge carbonifère universel, qu'il y a eu, selon la description que donne effectivement Hugh Miller, un âge où la terre portait une végétation beaucoup plus luxuriante que depuis lors; et, s'ils venaient à rencontrer dans quelqu'une de nos colonies un lit de houille, ils se figureraient tout naturellement qu'il est contemporain de nos houilles anglaises.

Or c'est une idée aussi insoutenable que la précédente, de croire au caractère universel des « systèmes » géologiques. *A priori*, les deux sont également absurdes; et elles sont autant l'une que l'autre incompatibles avec les faits. A vrai dire, telle série de strates que l'on classe ensemble sous le nom d'oolithe peut s'étendre sur une plus vaste étendue que pas une des strates de la série prise à part; mais il nous suffit de rechercher dans quelle condition elle se déposa, pour voir que la série oolithique, aussi bien que l'une quelconque des couches composantes, doit avoir une origine locale, et qu'il n'y a pas probabilité de rencontrer nulle part ailleurs une série exactement correspondante soit dans ses caractères, soit dans son commencement et sa fin. En effet, la formation d'une telle série suppose une aire d'affaissement, sur laquelle sont jetés les lits dont elle se composera. Une aire d'affaissement est de toute nécessité limitée; et, quand on suppose qu'il existe ailleurs d'autres

groupes de strates répondant entièrement à ceux qui sont connus sous le nom d'oolithe, on imagine des aires d'affaissement contemporaines de la première et où les faits se sont passés de même. Or c'est là une imagination gratuite; c'est le contraire qu'on aurait toute raison de supposer. Aller dire que sur tout le globe, dans de certaines aires d'affaissement, toutes contemporaines, les conditions nécessaires pour la formation de l'oolithe ou de terrains semblables se sont rencontrées, c'est ce que pas un géologue moderne ne voudrait faire ouvertement; tous diraient que les séries équivalentes de lits rencontrées ailleurs doivent très-vraisemblablement avoir des caractères minéralogiques divers.

En outre, dans ces aires d'affaissement contemporaines, les évènements ne seraient pas seulement plus ou moins différents en genre ; il n'y aurait probablement pas deux cas commençant et finissant ensemble. Il y a tout à parier que des portions séparées de la surface terrestre ne sauraient se mettre simultanément à s'affaisser, ni s'arrêter à la fois dans leur chute : or, sans cette coïncidence, pas de groupes de strates équivalents. Les affaissements qui arrivent en des lieux différents débutent et se terminent avec la dernière irrégularité; aussi les groupes de strates qui s'y amassent ne peuvent que rarement se correspondre de l'un à l'autre. Et, quant à leur durée respective, elle doit varier beaucoup de chacun à chacun. Impossible de faire entrer ces phénomènes dans un cadre unique à divisions déterminées. — Si nous consultons les faits, nous verrons qu'ils tendent de jour en jour à justifier ces thèses *a priori*. Prenons pour exemple le système du grès rouge ancien. Dans le nord

de l'Angleterre, il est représenté par une seule couche de conglomérats. Dans le Herefordshire, le Worcestershire et le Shropshire, il s'étend en une série de strates mesurant de huit à dix mille pieds en épaisseur, et faites de conglomérats, de grès rouges, verts et blancs, de marnes rouges, vertes et tachetées, et de calcaires à concrétions. Au sud-ouest, par exemple entre Caermarthen et Penbroke, ces strates de grès rouge ancien subissent de graves modifications lithologiques, et l'on n'y voit plus de poissons fossiles. De l'autre côté du canal de Bristol, elles subissent encore de nouveaux changements dans leurs caractères géologiques, comme dans les débris qu'elles conservent. Au contraire, dans le Devon méridional et la Cornouailles, les couches correspondantes, formées surtout d'ardoises, de schistes et de calcaires, sont si entièrement différentes, qu'on les a longtemps classées dans les terrains siluriens. Quand on voit ainsi le groupe entier de dépôts s'amincir dans une certaine direction jusqu'à disparaître, ses caractères minéralogiques et ses fossiles changer dans un espace assez restreint, n'est-il pas visible que le groupe entier de ces dépôts était tout local? Et quand, en d'autres régions, nous trouvons des formations analogues à ces terrains de grès rouge ancien, ou devonien, est-il bien sûr, est-il seulement probable que les uns et les autres ont commencé et fini à la fois? Avant d'y croire, n'exigerons-nous pas des preuves surabondantes?

Mais cette tendance à oublier le caractère local des faits et à les généraliser a tant de force pour dévier la pensée des géologues, que même les esprits les mieux en garde contre elle,

semblent impuissants à en éviter l'influence. A la page 158 de ses *Principes de géologie*, sir Charles Lyell dit ceci :

« Comme, en Angleterre, entre le lias et la houille, s'interpose un groupe de marne rouge et de grès rouge, contenant du sel et du gypse, tous les autres grès et marnes rouges, dont les uns sont mêlés de sel et les autres de gypse, et qui se rencontrent en différents points de l'Europe, et même dans l'Amérique du Nord, le Pérou, l'Inde, les déserts salés de l'Asie et de l'Afrique, bref dans toutes les parties du globe, ont été rapportés à une seule et même période.... En vain on objectait le peu de vraisemblance d'une hypothèse dans laquelle il faut que toutes les eaux en mouvement à la surface de la terre dans un temps donné aient été chargées d'un sédiment rouge. Mais enfin une chose a mis au jour toute la témérité de ceux qui voulaient rapporter à une même date tous les grès et marnes rouges en question : ce sont les découvertes d'où il résulte manifestement que, même en Europe, ils appartiennent à plusieurs époques différentes. »

Néanmoins, en dépit de ce passage et de bien d'autres dont le sens est le même, où sir Lyell s'élève contre le préjugé dont nous donnons ici des exemples, il ne semble pas lui-même s'en être complètement délivré. A vrai dire, il rejette bien loin la vieille hypothèse des strates continues s'étendant uniformément sur toute la terre et superposées selon un ordre constant, comme les feuilles d'un oignon : mais il n'en écrit pas moins en homme pour qui les « systèmes » géologiques se succéderaient entre eux de cette façon-là. Qui lirait son *Manuel* le croirait certainement persuadé que l'époque primaire a fini, l'époque secondaire commencé en un même moment pour le monde entier, et que ces termes répondent vraiment à des âges différents par lesquels aurait passé la nature entière. Quand il admet, comme il le fait, que la séparation entre le cambrien et

le silurien inférieur en Amérique répond chronologiquement à celle qui existe entre le cambrien et le silurien inférieur dans le pays de Galles, quand il prend pour accordé que le passage du silurien inférieur au moyen et le passage de celui-ci au supérieur dans l'une de ces contrées remontent à la même date que les passages semblables dans l'autre, ne dirait-on pas qu'il croit à l'universalité des « systèmes » géologiques, en ce sens que le passage de l'un à l'autre se serait accompli partout à la fois? Assurément, il rejetterait cette idée si on la lui proposait en article de foi : mais son esprit n'en subit-il pas cependant l'influence? Oui, l'hypothèse de l'oignon avec ses feuilles est morte ; mais son esprit, on peut le dire, survit sous une forme transcendante et se montre encore dans les conclusions mêmes de ses adversaires.

Considérons maintenant une autre grande théorie géologique : les faits ci-dessus indiqués nous y conduisent. Il s'agit de cette théorie qui veut que les couches d'une même époque renferment des fossiles semblables, et qu'on puisse en conséquence reconnaître l'âge et la position relative d'une couche à ses fossiles. On a abandonné ostensiblement l'hypothèse du dépôt simultané des couches qui ont mêmes caractères minéralogiques, mais on a admis que chaque époque géologique avait eu ses animaux et ses plantes, les mêmes pour tout le globe ; et qu'ainsi on peut reconnaître l'époque d'une formation par les restes organiques qui y sont enfouis. Peut-être ne se trouverait-il pas un géologue de renom pour oser soutenir ouvertement cette thèse toute crue, mais elle n'en est pas

moins sous-entendue dans les raisonnements ordinaires des géologues.

Et pourtant c'est à peine si elle est moins fragile que la précédente. On ne peut ni conclure avec sûreté que des formations où se rencontrent des débris organiques semblables soient d'origine contemporaine, ni affirmer avec confiance que des couches contenant des débris organiques différents remontent à des âges différents. Plus d'un lecteur sera choqué de ces deux propositions ; mais elles ont pour elles les plus graves autorités. Sir Charles Lyell l'avoue : on ne doit point se fier aux indices tirés des débris organiques, si ce n'est « avec une réserve à peu près aussi grande que pour les indices tirés de la composition minérale. » Sir Henri de La Beche, qui donne des commentaires variés de cette vérité, propose en exemple la différence considérable qu'il doit y avoir entre les fossiles de nos roches carbonifères et ceux des strates marines déposées à la même époque. Mais si l'on reconnaît nettement, dans l'abstrait, le danger de toute affirmation fondée sur l'argument des fossiles, en pratique la plupart ne s'en soucient guère. Dans les théories aujourd'hui admises touchant l'âge des strates, on n'en tient que peu de compte; plus d'un géologue parait l'ignorer entièrement. Tout le long de sa *Siluria*, sir R. Murchison admet d'une façon constante que les mêmes espèces, ou des espèces voisines, ont vécu dans toutes les parties de la terre au même temps. En Russie, en Bohême, aux États-Unis, en Amérique, il classe les strates dans telle ou telle partie du système silurien, selon les fossiles qui s'y trouvent; il les regarde comme contemporaines, quels que soient leurs pays, si elles

contiennent suffisamment d'espèces identiques ou voisines. La position relative de telle couche située en Russie est déduite de ce fait qu'elle contient, à l'instar de quelques terrains de Wenlock, le *Pentamerus oblongus*. Certains crustacés, les euryptères, caractérisent les roches du Ludlow supérieur : l'auteur remarque que « de grands euryptères se rencontrent dans ce qu'on appelle le grauwacke noir schisteux du Westmoreland, dans le comté d'Oneida (New-York), formation qui probablement, si l'on cherchait à s'en assurer, serait tout à fait comparable au Ludlow supérieur ; » ce « probablement »-là montre bien la force de cette croyance à la répartition d'êtres semblables sur tout le globe en chaque époque ; et il nous fait voir aussi combien cette croyance tend à se créer à elle-même sa preuve, en habituant l'esprit à présumer une origine contemporaine là où il trouve des formes semblables. Ce ne sont pas seulement des formations de la Russie, de l'Angleterre, de l'Amérique, que sir R. Murchison explique ainsi ; c'est aussi celles des antipodes. Il y a tels fossiles de la colonie de Victoria qu'il range, d'accord avec l'ingénieur du gouvernement, dans l'âge du silurien inférieur, ou de Llandovery : ainsi il prend pour accordé qu'au moment même où, dans le pays de Galles, vivaient certains mollusques et crustacés, des crustacés et mollusques analogues vivaient en Australie.

Or sir R. Murchison lui-même nous fournit assez de faits pour montrer sans peine tout ce que cette hypothèse a d'improbable. Les crustacés fossiles des roches siluriennes tout à fait supérieures, dans le Lanarkshire, sont, il en fait la remarque, « à part une exception douteuse, toutes sans ressemblance

avec aucune des espèces du même horizon en Angleterre; » dès lors, est-il bien légitime d'admettre que les espèces ayant existé de l'autre côté de la terre durant la période silurienne durent être proches parentes de celles qui vivaient ici au même temps ? Ce n'est pas seulement dans ses conclusions, d'ailleurs, ni d'une façon enveloppée, que sir R. Murchison admet cette doctrine de la distribution uniforme des êtres : il l'énonce en termes formels. « La seule présence d'un graptolithe, dit-il, établira par le fait que la roche environnante est silurienne; » et celui qui a écrit ces lignes nous met sans cesse en garde contre de pareilles généralisations. Au cours du développement de la géologie, il est arrivé maintes et maintes fois qu'une tel fossile, après avoir longtemps passé pour caractériser une certaine formation, a été découvert dans d'autres terrains. Il y a quelque douze ans, on n'avait pas encore vu de goniatite au-dessous des roches devoniennes; mais depuis, en Bohême, on en a rencontré dans des roches classées comme siluriennes. Tout récemment, l'orthoceras, que l'on croyait confiné exclusivement dans les paléozoïques, a été rencontré auprès d'ammonites et de belemnites mésozoïques. Mais une foule de leçons analogues ne suffisent pas à détruire la vieille croyance, et l'on pense toujours pouvoir déterminer l'âge d'une couche au moyen d'un seul fossile qui s'y trouve.

Il y a plus, et cette croyance survit à des preuves qui devraient réussir bien mieux à la renverser. A propos du système silurien dans l'ouest de l'Irlande, sir R. Murchison écrit ceci : « Dans les lits voisins de Maam, le professeur Nicol et moi avons recueilli des débris, dont les uns se rapporteraient au silurien inférieur

et les autres au supérieur; » et là-dessus il nomme divers fossiles qui, en Angleterre, appartiennent au sommet des roches de Ludlow, qui sont les plus hautes couches siluriennes; « certains de ces fossiles ne se trouvent ailleurs que dans les roches de l'âge de Llandovery, » c'est-à-dire du moyen silurien; et certains autres n'avaient été reconnus jusque-là que dans les couches du silurien inférieur, non loin des lits fossilifères les plus anciens. Or, de ces faits, qu'y a-t-il à conclure? Première conclusion : telles espèces qui dans le pays de Galles sont séparées par des épaisseurs de couches de plus de vingt mille pieds, et qui semblent ainsi appartenir à des époques fort distantes l'une de l'autre, ont en réalité coexisté. Second point : les mollusques et crinoïdes en qui on voyait les signes caractéristiques des anciennes couches siluriennes, et qui devaient, pensait-on, s'être éteint bien avant l'apparition des mollusques et crinoïdes des dernières strates siluriennes, en réalité florissaient au même temps que ces derniers. Troisième résultat : ce n'est pas seulement les caractères minéralogiques des formations de sédiments qui dépendent notablement de circonstances locales; c'est aussi les collections de formes organisées y incluses. Enfin, les fossiles que nous rencontrons dans une série donnée de strates ne sauraient nous représenter même par à peu près la flore et la faune entières de la période à laquelle ils appartiennent. Bref, en fin de compte, beaucoup de doutes s'élèvent contre un grand nombre de généralisations des géologues.

En dépit de faits semblables, en dépit de son opinion déclarée que, dans l'usage des preuves tirées des débris organi-

ques, il faut apporter « autant de réserve à peu près que pour les arguments tirés de la structure minérale », sir Charles Lyell lui aussi élève sur cet argument des conclusions positives, et cela même dans des cas où la similitude des fossiles est peu marquée, et la distance considérable. Ayant établi que, sur divers points de l'Europe, les strates de l'éocène moyen ont pour signe distinctif les nummulites, il conclut sans apporter d'autre preuve que partout où se trouvent les nummulites, au Maroc, en Algérie, en Egypte, en Perse, dans le Scindia, dans l'Hindou-Kouch, dans le Bengale oriental, aux frontières de la Chine, le terrain qui les contient est de l'éocène moyen. Et de là il tire l'important corollaire que voici :

« Une fois cette conviction acquise, que le terrain à nummulites occupe une place moyenne dans la série éocène, nous sommes frappés de la date en somme récente à laquelle il faut rapporter quelques-unes des plus grandes révolutions produites dans la géographie physique de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique septentrionale. Toutes les chaînes de montagnes, comme les Alpes, les Pyrénées, les Carpathes, l'Himalaya, dont les parties centrales, les plus hautes, sont composées en partie de strates à nummulites, ne sauraient avoir existé avant le milieu de la période éocène. » (*Manuel*, p. 232.)

La page suivante nous offre un exemple plus marqué encore de la même tendance. Parce qu'une certaine couche située à Claiborne, dans l'Alabama, et contenant « *quatre cents espèces* de coquillages marins », enferme dans ce nombre la *Cardita planicosta* « et *plusieurs autres* espèces identiques à des espèces d'Europe, ou très-voisines », sir C. Lyell juge « très-probable que les couches de Claiborne sont contemporaines du groupe central d'Angleterre, ou groupe de Bracklesham. » Quand on

se contente, comme ici, pour établir l'identité d'âge de deux terrains, d'une ressemblance telle qu'il en existe parfois d'aussi marquées entre des couches d'âges très-différents situées dans un même pays, c'est, il nous semble, comme si l'on oubliait l'avis que nous venons de citer. Visiblement, on suppose, pour la circonstance, qu'une espèce très-répandue dans l'espace est très-resserrée dans le temps; ce qui est le contraire de la réalité. Ici, l'esprit de système va au delà de ce qui est prouvé et enferme la nature dans une formule trop rigide pour convenir à son infinie variété.

« Mais, pourra-t-on répliquer, évidemment, quand sur des points divers l'ordre de superposition, les caractères minéralogiques et les fossiles concordent, on peut en toute sûreté admettre que les formations entre lesquelles il y a une telle correspondance sont du même âge. Si par exemple les États-Unis nous offrent la même succession de systèmes, silurien, devonien et carbonifère, avec les mêmes qualités lithologiques et des fossiles caractéristiques semblables, on sera en droit de conclure que ces groupes de strates ont été déposés en Amérique, chacun au même temps où il se déposait ici. »

Voilà une thèse qui paraît forte; nous ferons remarquer à ce sujet d'abord que la preuve tirée de la correspondance est toujours plus ou moins suspecte. Nous avons déjà indiqué les diverses « idoles », s'il nous est permis d'user de la métaphore de Bacon, auxquelles les géologues sacrifient sans le savoir, quand ils veulent expliquer les formations de contrées inexplorées. Ils portent partout avec eux la classification des couches telles qu'elles sont en Europe, et admettent que dans les autres

parties du monde les groupes de couches doivent répondre à quelques-uns de ceux que nous connaissons ici : nécessairement, ils sont inclinés à proclamer l'identité des faits sur des indices même insuffisants. Ils examinent à peine cette question préjudicielle : si les formations à considérer ont ou non des équivalents en Europe. La question pour eux, c'est : Dans quelle série européenne faut-il les classer? quelle est celle à laquelle ils ont le plus de rapports? celle dont ils diffèrent le moins? Avec un tel procédé de recherche, il n'y a pas à s'étonner si l'interprétation des faits est très-libre. Et elle l'est en effet, il est aisé de le montrer.

Quand les couches ne sont pas continues, comme il arrive entre l'Europe et l'Amérique, il n'y a pas d'argument à tirer de l'ordre de superposition seul, les caractères minéralogiques et les restes organiques étant mis de côté; car là où l'on ne peut suivre les strates sans interruption, les deux derniers indices sont les seuls qui puissent servir à les classer dans tel ou tel genre.

Quant à l'argument des caractères minéralogiques, nous avons vu qu'il est presque sans valeur; et pas un géologue moderne n'oserait dire qu'il convient de s'y reposer. S'il est vrai que la série du grès rouge ancien dans l'Angleterre centrale diffère entièrement pour l'aspect lithologique de la série équivalente du Devon méridional, il est clair qu'on ne peut faire aucun fond sur des ressemblances dans la texture et la composition, pour assimiler un système de strates de quelque autre partie du globe à un système européen. L'indice des fossiles est donc le seul qui nous reste; or, pour voir combien on

apporte peu de rigueur dans l'usage qu'on en fait, il suffira d'un exemple. Sur quarante-six espèces de coraux du devonien breton, il ne s'en trouve que six en Amérique, et cela en dépit de la diffusion connue des anthozoaires, qui est considérable. De même pour les mollusques et les crinoïdes; à vrai dire, plusieurs des genres rencontrés en Amérique se retrouvent ici, mais il n'y en a peut-être pas deux de la même espèce. Et, sir Charles Lyell le reconnaît, « il est bien difficile de prouver l'exact parallélisme des subdivisions du terrain de New-York, ci-dessus énumérées, avec les parties du devonien d'Europe, tant sont peu nombreuses les espèces communes. » Pourtant c'est sur la communauté de leurs fossiles qu'on se fonde pour déclarer la série devonienne des États-Unis tout entière contemporaine de toute la série devonienne d'Europe. Et cette identité d'âge du devonien des États-Unis avec le nôtre est ensuite une des raisons sur lesquelles sir Charles Lyell conclut que les formations houillères situées au-dessus dans les deux pays remontent à une même époque. N'avions-nous pas raison de dire qu'en de pareils cas la démonstration nous est suspecte?

On nous répliquera peut-être, et non sans quelque raison, que cette correspondance d'où l'on déduit la simultanéité de formation de terrains éloignés entre eux n'existe point entre des espèces particulières ou des genres particuliers, mais entre les caractères généraux des assemblages de fossiles qu'enferment ces terrains, entre les *facies* des deux faunes. Voici notre réponse : si une telle correspondance est un argument plus fort en faveur de la simultanéité, c'est un argument encore

trop faible. Tirer de cet argument cette conclusion, c'est admettre ce postulat que, pendant chaque âge géologique, il y a eu d'ordinaire, entre les groupes d'espèces vivantes dont étaient peuplées les différentes parties de la terre, quelque similitude qu'on peut déterminer; et que les mêmes causes qui ont changé dans une de ces parties les espèces et en ont tiré celles de la période suivante ont agi à la fois sur tous les autres points du globe de façon à produire des changements analogues dans leurs faunes propres. Or ce n'est pas là seulement une supposition audacieuse; c'est une supposition qui a la probabilité contre elle. Ce qui est probable, c'est que les causes du changement des faunes ont été locales et non universelles; que par suite les faunes de certaines régions ont pu changer rapidement, celles des autres restant presque invariables; qu'enfin ces changements ont dû se faire non de manière à maintenir entre elles le parallélisme, mais de façon à les éloigner les unes des autres.

Mais, en supposant même que des contrées séparées par une distance de quelques centaines de milles offrissent des séries de strates parfaitement semblables par l'ordre de superposition, les caractères minéralogiques et les fossiles, nous n'aurions là encore qu'une preuve insuffisante de leur égalité d'âge. Car il y a telles conditions qui peuvent avec vraisemblance se réaliser et dans lesquelles de tels groupes pourraient exister tout en différant considérablement d'âge. Imaginez un continent dont les strates viennent affleurer selon des lignes obliques à la ligne des côtes, ces lignes courant, je suppose, de l'ouest au nord-ouest, tandis que la côte courrait de l'est à l'ouest; il est

clair que chaque groupe de strates viendra affleurer sur le littoral en un point spécial; que le groupe de strates qui le suit affleurera sur le rivage plus loin dans l'ouest; et ainsi de suite. Comme les plantes et les animaux de mer se localisent en se déterminant principalement d'après la nature des roches et de leurs détritus, il s'ensuit que chaque partie du littoral aura sa flore et sa faune plus ou moins à part. Or que produira ici l'action des vagues, prolongée durant toute une période géologique? Comme la mer empiète peu à peu sur la terre, le lieu d'affleurement de chaque groupe de strates sur le rivage se déplacera lentement vers l'ouest, et ses poissons, ses mollusques, ses crustacés, ses plantes marines propres, le suivront. En outre, les détritus de chacun de ces groupes de strates, à mesure que le point d'affleurement marchera vers l'ouest, se déposeront par-dessus les détritus du groupe qui le précède. Et l'effet dernier de tous ces phénomènes, prolongés durant l'un de ces immenses laps de temps que prennent les changements géologiques, c'est qu'il se formera, correspondant une à une aux strates orientales, des strates fort éloignées de celles-ci vers l'ouest, occupant par rapport aux autres couches la même situation, formées des mêmes matériaux, et contenant des fossiles semblables, mais pourtant plus jeunes d'un million d'années peut-être.

Mais, pour voir plus à plein tout ce qu'il y a d'illégitime ou en tout cas de douteux dans un bon nombre de conclusions reçues des géologues, il n'y a qu'à considérer les changements que subit aujourd'hui la terre et à se demander jusqu'à quel

point ils justifient ces conclusions. Appliquons avec rigueur la méthode moderne d'explication des phénomènes géologiques, cette méthode que sir Charles Lyell a tant contribué à faire prévaloir et qui rapporte ces faits à des causes pareilles à celles qui sont aujourd'hui à l'œuvre sous nos yeux, et nous verrons le peu de probabilité de plusieurs d'entre ces conclusions.

Le long de tout rivage usé par les vagues se forment de la vase, du sable et des galets. Ces débris couvrent tout alentour le fond de la mer et ont, selon les endroits, un caractère plus ou moins à part; ce caractère dépend de la nature des strates ainsi détruites. Il n'est pas le même dans la Manche que dans le canal d'Irlande, ni sur les côtes orientales d'Irlande que sur les côtes occidentales, etc. A l'embouchure de chaque grand fleuve se dépose un sédiment; d'un fleuve à l'autre, ce sédiment diffère, plus ou moins, par la couleur et la qualité; il forme ici des couches rouges, de jaunes ailleurs, ou brunes, ou vertes, ou blanc sale. Outre ces formations diverses, qui se créent dans les deltas et sur les rivages, on en trouve d'autres bien plus étendues et plus variées encore. Au fond de la mer Egée s'amoncelle un lit de coquillages de ptéropodes : à la longue, sans aucun doute, cela fera une roche calcaire. Sur une étendue de plusieurs centaines de milliers de milles en carré [1], le lit de l'Océan entre la Grande-Bretagne et l'Amérique du Nord est en train de se couvrir d'une couche de craie; au fond du Pacifique, des dépôts de calcaire corallien d'une immense superficie

1. 100,000 milles carrés = 268,000 k. c. environ. (TR.)

sont en voie de formation. Ainsi, aujourd'hui même, sur toute la surface de la terre, se créent des couches, en nombre immense, et différant toutes entre elles par leurs caractères lithologiques. Prenez au hasard une région quelconque du fond de la mer, et demandez si le dépôt qui s'y effectue en ce moment est pareil à celui qui se produit en quelque autre région, un peu éloignée, du fond de la mer; et l'on sera à peu près sûr de ne pas se tromper en vous répondant : Non. Les chances ne sont pas en faveur de la similitude; il y a une forte probabilité contraire.

Même variété dans l'ordre de superposition des strates. Chaque portion de la surface terrestre a son histoire propre, avec ses élévations, ses affaissements, ses repos à part. Les rivières amoncellent leurs deltas aujourd'hui sur des formations d'âges fort divers. Ici s'est déposée une série de lits épaisse de plusieurs centaines de pieds, ailleurs un seul lit de vase fine. Telle région de la croûte terrestre, étant demeurée depuis un long temps au-dessus de la surface de l'Océan, ne porte trace d'aucun changement, excepté ceux que produit la dénudation; telle autre offre les signes de plusieurs variations dans son niveau, chacune indiquée par une masse particulière de détritus stratifiés. Si donc nous devons en juger par ce qui se passe aujourd'hui, nous admettons non-seulement qu'en chaque endroit l'ordre de succession des formations sédimentaires diffère plus ou moins de ce qu'il est ailleurs, mais même qu'en chaque endroit il y a des groupes de strates dont les équivalents manquent sur beaucoup d'autres points.

Quant aux corps organiques ensevelis dans les formations

aujourd'hui en voie de se faire, la même vérité n'est pas moins évidente, si même elle ne l'est pas davantage. Le long d'une seule et même côte, et sur une distance médiocre, les espèces vivantes diffèrent considérablement entre elles; combien plus sur des côtes éloignées les unes des autres! De même, celles qui sont dissemblables, et qui vivent ensemble auprès d'un même rivage, laissent leurs débris dans des couches sédimentaires différentes : ainsi, au fond de l'Adriatique, où les courants dominants font déposer séparément ici la vase et là les matières calcaires, des espèces de coquillages différentes et contemporaines entre elles s'enfouissent les unes dans les premiers de ces lits, les autres dans les derniers. Sur nos propres côtes, les débris organiques situés à quelques milles du bord, sur des bancs où les poissons se réunissent, diffèrent de ceux qu'on trouve sur le rivage, là où prospèrent uniquement les poissons des côtes. Parmi les êtres qui vivent dans l'eau, bon nombre ont une structure qui ne leur permet pas de devenir fossiles; et la plupart des autres sont détruits après leur mort par les diverses espèces de rôdeurs qui vaguent à travers les roches et les plantes marines. Enfin, pas un des dépôts de nos rivages ne peut nous fournir une représentation fidèle de la faune marine d'alentour, ni rien qui en approche, bien moins encore des faunes contemporaines des mers situées sous la même latitude, à plus forte raison des faunes appartenant à des mers d'une latitude très-différente. C'est presque une naïveté de le dire, et pourtant il est utile de le dire, les débris organiques qui s'ensevelissent en ce moment dans le banc de Dogger ne peuvent

rien ou presque rien nous apprendre sur les poissons, crustacés, mollusques et coraux qui s'ensevelissent dans le golfe du Bengale.

L'objection est plus forte encore quand il s'agit des êtres terrestres. Les animaux et les plantes des contrées éloignées offrant entre eux des différences plus nombreuses et plus profondes, les annales géologiques sont à leur égard plus imparfaites encore. Schouw compte sur la terre plus de vingt régions botaniques, dont chacune est le domaine d'un groupe de plantes tout à fait à part; à tel point que, si ces groupes devenaient fossiles, les géologues ne se décideraient qu'à grand'peine à les rapporter tous à une même période. Quant aux faunes, la faune arctique diffère de la faune tempérée, celle-ci de la tropicale, et la faune tempérée septentrionale de la tempérée méridionale. Bien plus, dans cette dernière, on trouve deux régions, celle de l'Afrique australe et celle de l'Amérique du Sud, qui sont dissemblables par leurs mammifères, leurs oiseaux, leurs reptiles, leurs mollusques, leurs insectes. Les coquilles et les ossements qui gisent aujourd'hui au fond des lacs et des estuaires de ces diverses contrées n'offrent certes pas cette similitude qu'on attend communément de débris situés dans des couches contemporaines; et les restes d'origine récente, exhumés dans l'une quelconque de ces contrées, ne donneraient qu'une image bien inexacte de la flore et de la faune actuelles de la terre. A suivre en toute rigueur le procédé de raisonnement en faveur chez les géologues, on conclurait, après un examen complet des dépôts de la zone arctique, que dans cette période il

existait diverses sortes de mammifères et néanmoins pas un reptile; et comme, dans l'archipel des Gallapagos, les dépôts n'offrent pas trace de mammifères, tandis que les reptiles y abondent, on en devrait tirer la conclusion contraire. Et d'autre part, à considérer les formations qui s'étendent sur un espace de deux mille milles (3,200 k.) le long de la ceinture de récifs de l'Australie, et où sont enfouis uniquement des coraux, des échinodermes, des mollusques, des crustacés, des poissons, et de loin en loin quelque tortue, quelque oiseau, quelque cétacé, on en pourrait déduire qu'à notre époque il n'y avait ni reptiles terrestres ni mammifères terrestres.

Ce nom de l'Australie me rappelle un exemple qui à lui seul serait assez probant. La faune de cette contrée diffère profondément de toutes les autres. Sur terre, tous les mammifères indigènes, excepté les chauves-souris, appartiennent à la classe la plus inférieure, celle des aplacentaires; et les insectes diffèrent d'une façon singulière de ceux qu'on trouve partout ailleurs. Les mers environnantes contiennent de nombreuses espèces toutes plus ou moins étranges; et parmi les poissons il y a une espèce de requin, dernier exemple vivant d'un genre qui prospérait aux époques géologiques anciennes. Eh bien, si les dépôts fossilifères modernes d'Australie étaient soumis à l'examen d'un homme ignorant la faune australienne actuelle et que cet homme raisonnât à la façon aujourd'hui usuelle, il n'est guère probable qu'il classât ces dépôts parmi ceux de notre époque. Allez, après cela, vous fier à cette hypothèse sous-entendue, et vous permettre de rapporter à une même époque des formations situées en des points éloignés de

la terre, sous le prétexte d'une certaine similitude de caractères dans les débris organiques qui y sont ensevelis! ou en rapporter d'autres à des périodes différentes, parce que leurs faunes offrent des *facies* dissemblables!

« Mais, répondra-t-on, dans les époques anciennes, les formes organiques identiques ou analogues étaient répandues sur de bien plus vastes espaces qu'aujourd'hui. » Il est possible; mais la raison qu'on en donne n'est point probante. L'argument dont on se sert est en grand danger de passer pour un modèle de cercle vicieux. On l'a déjà dit, quand il s'agit de formations situées dans des contrées distantes entre elles, on n'en peut établir l'analogie qu'à l'aide des fossiles. Si donc, pour établir l'égalité d'âge de certaines formations éloignées, on part de la similitude de leurs fossiles, pourra-t-on bien conclure que des plantes et animaux semblables étaient jadis répandus sur de plus vastes espaces, de cela seul qu'on les trouve, en des régions distantes, dans des couches contemporaines? Le sophisme n'est-il pas manifeste? Mais il n'est pas besoin de cette objection décisive pour montrer l'insuffisance de l'argument usuel. L'identité des débris organiques, dont on se contente ordinairement pour conclure à l'égalité d'âge, est, qu'on s'en souvienne, une identité fort imparfaite. Quand les lits sédimentaires sont très-distants entre eux, on ne peut guère s'attendre à y trouver beaucoup d'espèces identiques; c'est assez qu'on leur trouve un bon nombre de genres en commun. Maintenant, s'il était établi que, durant les temps géologiques, chaque genre n'a duré qu'une courte période, celle que mesure un groupe unique de strates, il y aurait une

conclusion à en tirer. Mais si nous venons à apprendre que plusieurs de ces mêmes genres ont subsisté durant des laps de temps énormes, dont la mesure nous est fournie, pour chacune, par un vaste système de strates?..... « Parmi les mollusques, les genres *Avicula*, *Modiola*, *Terebratula*, *Lingula* et *Orbicula* se rencontrent depuis les roches siluriennes jusqu'à nos temps. » Si donc, entre les formations fossilifères les plus basses et les plus récentes, on trouve une telle similitude, n'est-il pas à croire que bien souvent on doit trouver de la similitude entre des strates qui sont bien loin d'être contemporaines?

Ainsi, quand on admet que les formes organiques semblables étaient jadis plus répandues qu'aujourd'hui, on fait un double sophisme; et les classifications de strates étrangères que l'on fonde sur cette hypothèse sont sans valeur. Si l'on en juge par la distribution actuelle des formes vivantes, on ne peut guère espérer trouver des débris semblables dans des couches contemporaines dont les positions géographiques sont très-différentes; et quand nous trouvons, entre les fossiles de couches fort différentes par leur position géographique, une telle analogie, elle doit être souvent attribuée à l'identité des conditions plutôt qu'à la coexistence dans le temps. Si, pour trouver les causes et effets du temps passé, nous raisonnons d'après les causes et effets du temps présent, nous voyons que plus d'une des doctrines en faveur a une base chancelante. Nous voyons en effet que notre période a pour caractère, sur de vastes espaces du Pacifique, l'abondance des coraux; dans le nord de l'Atlantique, la formation de dépôts considérables de craie; dans la vallée du Mississipi, la création de nouveaux bassins

houillers; nous voyons en outre que notre âge est, pour un grand continent, principalement un âge de mammifères aplacentaires, et, pour un autre non moins grand, surtout un âge de mammifères placentaires; dès lors nous avons bien le droit de ne pas accepter sans hésitation ces généralisations hâtives, que l'on construit sur un examen superficiel de certaines couches couvrant à peine un dixième de la terre.

En commençant cet article, je voulais simplement en faire un compte rendu des œuvres de Hugh Miller; mais, en se développant, il a pris un caractère bien plus général. Toutefois, les deux théories que je veux encore critiquer ne nous éloigneront pas de lui : il était de ceux qui les acceptent pleinement. Quelques mots d'abord sur sa doctrine.

Il fut de ces hommes dont la vie est utile et méritoire, chacun le sait; un géologue zélé et dont les labeurs ne furent pas sans succès, à peine est-il besoin de le dire. Il mit une persévérance indomptable à se tirer de l'obscurité, pour se faire un rang parmi les écrivains et les savants, et l'on voit assez par là de quel caractère et de quelle intelligence la nature l'avait doué. Il avait un talent remarquable pour arranger ses faits et ses raisonnements en un ordre attrayant : il suffit de jeter un coup d'œil sur l'un quelconque de ses livres pour s'en assurer. En tout état, nous devons le respecter comme un esprit actif, sagace, avec une puissante disposition à la poésie. Mais il faut ajouter aussi que sa réputation n'est pas aussi grande parmi les savants que chez les gens du monde. Grâce en partie à l'habitude où sont nos voisins d'Écosse de

sonner de la trompette avec quelque éclat autour de leurs hommes notables, grâce aussi au style charmant qui attira à ses livres de nombreux lecteurs, grâce enfin à cette louable sympathie que lui gagna son titre de fils de ses œuvres, Hugh Miller a recueilli des applaudissements que je ne veux certes pas amoindrir, mais qui ne doivent pas empêcher qu'on ouvre les yeux du public sur les défauts du savant.

La vérité est qu'il était trop l'esclave d'une conclusion préconçue, pour devenir un géologue vraiment philosophe. On ne le définirait pas mal en l'appelant un théologien qui étudiait la géologie. L'idée qui le dominait dans ses écrits, on la voit assez par ses titres : *le Procès de la loi contre le miracle, les Traces du Créateur, le Témoignage rendu par les roches.* Comme il voyait dans les faits géologiques des arguments pour ou contre certaines conclusions de théologie, il ne pouvait guère les manier avec impartialité. Son but essentiel était de détruire l'hypothèse du développement, à cause des conclusions qu'elle enveloppe et auxquelles il répugnait; et la partialité de son raisonnement était en proportion de la force de ce sentiment. A ses yeux, assurément « Dieu pourrait avoir *produit* les espèces par une loi de développement, tout aussi bien qu'il les *maintient* par une loi de développement : l'existence d'une grande cause première s'accorde aussi bien avec l'une des conceptions qu'avec l'autre. » Néanmoins, l'hypothèse lui semble en contradiction avec le christianisme; et cela l'engage à la combattre. Il oubliait sans doute que les doctrines géologiques en général, et telles qu'il les défendait, ont été, sur les mêmes motifs, rejetées par bien des gens, et que lui-même il avait

été à plusieurs reprises attaqué pour son enseignement anti-chrétien. Il ne paraissait pas s'apercevoir qu'autant ses adversaires avaient tort de condamner comme irréligieuses des théories qui, il le voyait bien, ne l'étaient point, autant lui-même avait tort de condamner de ce même chef la théorie de l'évolution. Bref, ce qui lui manquait, c'était cette foi, la plus haute de toutes, dans l'harmonie nécessaire de toutes les vérités; cette foi qui, dès lors rassurée, suit hardiment l'évidence partout où elle nous conduit.

Naturellement, on ne saurait critiquer ses ouvrages sans entrer dans l'examen de cette grande question, à laquelle il se voua particulièrement. Or les deux théories qu'il nous reste à discuter s'y rapportent directement; et si je me propose, comme je l'ai dit, de rattacher cette discussion au nom de Hugh Miller, c'est que, dans tous ses raisonnements, il prenait ces théories pour démontrées. Qu'on n'aille pas croire toutefois que mon but soit d'établir la doctrine qu'il voulait détruire. Je me propose de montrer que ses arguments contre l'hypothèse du développement sont fondés sur des suppositions peu solides, mais non pas de montrer que les arguments contraires reposent sur une meilleure base. Ce que j'espère rendre clair, c'est que les preuves géologiques jusqu'ici recueillies ne sont décisives ni pour ni contre; que même il n'y a guère à espérer d'obtenir jamais une lumière suffisante sur ce point; et qu'enfin, s'il faut se décider à trancher la question, c'est à l'aide d'autres données que celles de la géologie.

Voici la première des deux théories auxquelles je viens de faire allusion : c'est que, dans les annales des premiers âges de

notre planète, il se rencontre de vastes lacunes; que si, en général, la série des formes fossiles est assez continue, toutefois il est deux points où elle souffre une grave interruption; d'où cette conclusion qu'en deux occasions pour le moins les habitants de la terre furent conplètement détruits et remplacés par des habitants nouveaux, créés exprès. Hugh Miller compare alors la série des formes de la vie sur terre à un fil, et s'exprime ainsi :

« Ce fil est continu, depuis le temps présent jusqu'au commencement de la période tertiaire; là, il y a une rupture si brusque, qu'à l'exception des diatomacées microscopiques dont je parlais l'autre soir, d'un coquillage et d'un corail, pas une espèce n'a franchi ce hiatus. Toutefois, de l'autre côté de cette interruption, du côté le plus éloigné de nous, où finit la division secondaire, les espèces recommencent à s'entremêler, et leur entrelacement se poursuit jusqu'au commencement de cette même grande division secondaire; mais là, au point où finit la division paléozoïque, nous trouvons une autre rupture brusque, que traversent, si encore il faut admettre le fait, car il y a des doutes sur ce sujet, deux espèces de plantes, sans plus. »

Ces interruptions sont l'indice de créations nouvelles sur notre planète : tel est du moins l'avis non-seulement de Hugh Miller, mais de la plupart des géologues. Et l'on a, pour désigner ces systèmes successifs de formes vivantes, trois mots : paléozoïque, mésozoïque, néozoïque. Sans doute, plusieurs n'acceptent cette croyance que sous réserve : ils savent que telle a été la tendance constante des découvertes en géologie, de combler ce qu'on avait pris d'abord pour de vastes lacunes. C'est sir Charles Lyell qui le remarque, « l'hiatus qui sépare en Grande-Bretagne les fossiles du lias de ceux du calcaire

magnésifère est comblé en Allemagne par la faune et la flore, si riche, du calcaire à coquilles, du keuper, du grès bigarré, qui sont, nous le savons, d'une époque justement intermédiaire. » C'est encore une remarque de lui, que, jusqu'à ces derniers temps, les fossiles des houillères étaient séparés de ceux du groupe silurien précédent par une ligne de démarcation très-nette et très-brusque ; mais de récentes découvertes dans le Devonshire, en Belgique, dans l'Eifel et en Westphalie, ont mis au jour les restes de la faune d'une époque intermédiaire. Il dit encore : « Nous avons réussi de même, dans ces dernières années, à diminuer la distance qui sépare encore l'âge crétacé de l'éocène en Europe. » Ajoutons, de notre côté, que, depuis le moment où Hugh Miller écrivait le passage dont il s'agit, le second des deux grands vides auxquels il faisait allusion a été notablement rétréci par la découverte de strates contenant des genres paléozoïques mélangés à des mésozoïques. Nous n'en voyons pas moins nombre de gens maintenir la thèse des deux grandes révolutions subies par la flore et la faune de la terre; et cette même supposition se trouve au fond de la nomenclature géologique ordinaire.

Avant de chercher une explication de ces phénomènes, jetons un coup d'œil sur quelques causes secondaires qui rompent la série géologique des formes vivantes ; commençons par les causes les plus générales, qui modifient le climat, et par là la distribution des êtres. Il en faut indiquer d'abord une à laquelle, je crois, n'ont jamais songé ceux qui ont écrit sur ce sujet : je veux parler d'un certain rythme astronomique lent,

grâce auquel les hémisphères nord et sud sont alternativement exposés à des variations de température plus excessives. Par suite de la faible ellipticité de son orbite, la distance de la terre au soleil varie d'environ trois millions de milles (4,800,000 kil.). A notre époque, l'aphélie a lieu au moment de l'été de l'hémisphère nord, et le périhélie au moment de l'été austral. Mais, en conséquence du mouvement lent de l'axe de la terre, qui produit la précession des équinoxes, cet état de choses se trouvera renversé à la longue : la terre sera le plus près possible du soleil durant l'été de l'hémisphère nord, et le plus loin possible durant l'été austral, qui est l'hiver boréal. Le mouvement lent auquel sont dus ces changements exige pour s'accomplir une période de 26,000 ans; et, s'il ne survenait aucune cause perturbatrice, les deux hémisphères éprouveraient à tour de rôle les effets de cette coïncidence de leur plus grand rapprochement du soleil avec leur été, et cela à des intervalles de 13,000 ans. Mais il faut tenir compte aussi d'un déplacement lent du grand axe de l'orbite terrestre, d'où il résulte que le mouvement alternatif en question prend 21,000 ans environ pour s'accomplir. En d'autres termes, si, en un moment donné, la terre est le plus près possible du soleil lors de notre solstice d'été et le plus loin possible lors de notre solstice d'hiver, alors c'est 10,500 ans après qu'elle sera le plus voisine du soleil lors de notre solstice d'été, et le plus éloignée lors de notre solstice d'hiver.

Or la distance de la terre au soleil varie, de l'un à l'autre de ces extrêmes, d'un trentième; par suite, la quantité de chaleur reçue du soleil en une journée d'été varie, d'un extrême à

l'autre, d'un quinzième. Si pour estimer cette quantité on part, non pas du zéro de nos thermomètres, mais de la température des espaces célestes, alors, d'après le calcul de Herschel, « on ne peut évaluer raisonnablement à moins de 23° Fahrenheit la variation de température causée par la variation de la distance du soleil. » Ainsi, chaque hémisphère, durant une certaine période, a un été court et d'une chaleur extrême, suivi d'un hiver long et très-froid. Par suite du déplacement lent de la direction de l'axe terrestre, ces températures extrêmes s'adoucissent peu à peu. Et, à la fin des 10,500 ans, on arrive à la situation contraire : un été long et modéré, suivi d'un hiver court et doux. Maintenant, grâce à la prédominance des mers dans l'hémisphère austral, les excès de température auxquels sa position astronomique expose cet hémisphère sont fort adoucis ; au contraire, la vaste étendue proportionnelle des terres de l'hémisphère boréal tend à exagérer encore la différence qui déjà existe entre son hiver et son été : d'où il résulte que les deux atmosphères n'ont pas des climats fort dissemblables. Mais, dans 10,000 ans d'ici, l'hémisphère nord aura à subir dans sa température des variations bien plus fortes qu'aujourd'hui.

Dans la dernière édition de ses *Esquisses d'astronomie*, sir John Herschel reconnaît qu'il y a là un des éléments des phénomènes géologiques, et peut-être une cause partielle de ces changements dans les climats dont les annales de la terre font foi. Pour ce qui est de certains changements plus marqués dans les climats, dont nous avons les preuves, il n'est guère à croire que cette cause y ait beaucoup contribué, autant du

moins que ces changements ne nous apparaîtront pas, pour de bonnes raisons, comme ayant été plus lents et plus durables qu'on ne les croit avoir été ; mais qu'elle ait dû produire, par un rythme, une exagération et un adoucissement dans les climats déterminés par d'autres causes, c'est ce qui ne fait pas une question. Et de même, on ne peut en douter, la distribution des êtres organisés a dû subir un changement rythmique correspondant ; c'est là-dessus que je désire attirer l'attention : j'y vois une cause des lacunes secondaires qu'on remarque dans la succession des restes fossiles. Chaque espèce animale ou végétale a de certaines limites de chaud et de froid entre lesquelles seules elle peut subsister ; et ces limites sont une des grandes raisons déterminantes de sa position géographique. Elle ne s'étendra pas au nord d'une certaine latitude, parce qu'elle ne saurait supporter un hiver plus septentrional, ni au sud d'une certaine latitude, parce que l'été au delà est trop chaud ; ou bien c'est indirectement que la température l'empêche de s'étendre, à cause de l'effet qu'elle a sur l'humidité de l'air, ou sur la distribution des êtres dont vit l'espèce en question.

Or quel sera le résultat d'une altération lente du climat, amenée comme nous avons dit ? Si nous partons de la période où le contraste des saisons se fait le mieux sentir, évidemment, à mesure qu'on s'approche de la période des contrastes les plus violents, chaque espèce végétale et animale change les limites de son domaine, se retirant ici devant des hivers plus rigoureux, là devant un été d'une chaleur croissante, se réfugiant dans les lieux qui lui conviennent encore. Ainsi, durant

10,000 années, chaque espèce refluera loin de certaines régions qu'elle habitait ; puis, durant les 10,000 années suivantes, elle avancera comme une marée vers ces régions mêmes. Ses débris disparaîtront des couches qui y sont en voie de formation ; elles manqueront dans certaines couches placées au-dessous, et se retrouveront dans des couches plus hautes. Mais sous quelle forme reparaîtra-t-elle ? Ayant été exposée durant les 21,000 ans de son recul lent et de son lent retour à des conditions d'existence diverses, elle aura sans doute subi des modifications ; elle reparaîtra avec une constitution et peut-être une forme quelque peu différentes ; ce seront des variétés nouvelles, ou peut-être de nouvelles sous-espèces.

Si j'ai insisté sur cette cause partielle des lacumes secondaires dans la série des formes organiques, c'est qu'on n'en a pas tenu de compte encore ; il nous faut y en ajouter d'autres. Outre ces altérations de climat à retours périodiques, il y en a d'irrégulières, dues à des changements dans la distribution de la terre et de la mer ; parfois plus faibles, parfois plus fortes que les altérations rythmiques, elles doivent, elles aussi, produire en chaque région un reflux et un flux des espèces, et par là des lacunes, étroites ou larges selon les cas, dans la série paléontologique. D'autres changements géologiques plus particuliers pourront causer d'autres vides, plus locaux, dans la suite des fossiles. Que l'intérieur d'un continent s'élève, et le drainage naturel sera modifié ; au lieu du sédiment qu'il charriait auparavant à la mer, tel grand fleuve portera un sédiment peu favorable aux divers animaux et végétaux vivant sur son delta : il leur faudra donc disparaître de ces lieux, peut-

être pour y reparaître après un long intervalle. Un soulèvement ou un affaissement des côtes ou du fond de la mer amène des déviations dans les courants marins, et par là déplace les habitats de diverses espèces à qui ces courants sont salutaires ou contraires ; en outre, cette distribution nouvelle des courants change les emplacements des dépôts sédimentaires, arrêtant ainsi l'enfouissement des débris organiques sur certains points, pour le commencer ailleurs. Si la place ne nous faisait défaut, nous pourrions indiquer encore bien des causes semblables de lacunes dans nos annales géologiques, mais il est inutile ici de les énumérer. Elles ont été admirablement exposées et éclairées à l'aide d'exemples dans les *Principes de géologie* de sir Charles Lyell.

Or, si ces petits changements dans la surface de la terre causent de petites lacunes dans la série des restes fossiles, de grandes révolutions n'en doivent-elles pas produire de grandes ? Si une élévation ou un affaissement local produit, sur son aire restreinte, la suppression de quelques anneaux dans la chaîne des formes fossiles, ne s'ensuit-il pas qu'une élévation ou un affaissement où participe une portion considérable de la surface de la terre amènera la disparition, sur un vaste territoire, d'un grand nombre de ces anneaux ?

Quand, au cours d'une longue période, un continent, s'affaissant avec lenteur, fait place à un vaste océan profond de plusieurs milles et jusqu'au fond duquel aucun dépôt, ni de ceux qu'apportent les fleuves, ni de ceux que fournit une côte rongée, ne peut se jeter ; quand, après un temps prodigieux, ce fond peu à peu s'élève et devient la base de strates nouvelles ;

évidemment alors les fossiles de ces nouvelles strates ne peuvent guère ressembler aux fossiles des strates qui les supportent. Eclairons ceci par l'exemple du nord de l'Atlantique. Comme nous l'avons déjà dit, entre notre pays et les Etats-Unis, le fond de l'Océan est en voie de se couvrir d'un dépôt de craie ; ce dépôt a sans doute commencé à se former dès que se produisit cette forte dépression de la croûte terrestre dont l'effet fut, à une époque géologique reculée, la formation de l'Atlantique. Cette craie est faite de petites coquilles de foraminifères, semées de débris de petits entomostraca, et probablement de quelques coquilles de ptéropodes, bien que les lignes de sonde n'aient pas encore ramené de ces dernières. Ainsi, pour ce qui est des formes supérieures de la vie, cette nouvelle formation crayeuse sera une interruption. De loin en loin peut-être, quelque ours amené sur un ice-berg vient semer ses os sur ce lit de craie ; ou bien quelque baleine morte, se putréfiant, y abandonne de même ses débris. Mais de tels restes seraient si rares, que, cette couche nouvelle de craie une fois rendue visible, on l'étudierait bien un siècle avant d'en découvrir aucun. Eh bien ! si, dans quelques millions d'années d'ici, le lit de l'Atlantique venait à se soulever et à recevoir des dépôts d'estuaires ou de côtes rongées, on trouverait dans ces dépôts des débris d'une flore et d'une faune différents de tout ce qui serait au-dessous, à ce point qu'on y verrait une création nouvelle.

Ainsi, sans que la vie ait cessé de se développer avec continuité sur la terre, non-seulement il *peut*, mais il *doit* se trouver dans la série des fossiles de grandes lacunes ; ces

lacunes ne prouvent donc rien contre la doctrine de l'évolution.

Il nous reste à critiquer une autre idée reçue, et c'est du parti qu'on prend à ce sujet, plus que de rien autre, que dépend la façon de voir à laquelle on se range, touchant le problème du développement.

Depuis le commencement de la controverse, les arguments pour et contre sont partis de ce principe qu'il y a progrès dans les formes vivantes, comme on croyait en trouver la preuve en remontant la suite des dépôts de sédiment. D'une part, ceux d'après qui les organismes supérieurs sont sortis par évolution des inférieurs, d'accord avec ceux pour qui il y a eu une série de créations, chacune surpassant les précédentes par la perfection des organismes produits, citent en leur faveur les faits de la paléontologie : à les croire, ils y trouveraient un appui suffisant. D'autre part, les partisans de l'uniformité de la nature, qui ne rejettent pas seulement l'hypothèse du développement, mais qui n'admettent pas même la supériorité des formes modernes sur les anciennes, répondent que les lumières fournies aujourd'hui par la paléontologie sont fort imparfaites ; que, si nous n'avons pas encore trouvé de restes des organismes supérieurs dans les couches les plus anciennes, nous ne pouvons pas affirmer pourtant qu'à l'époque où elles se déposèrent il n'existait pas de tels organismes ; enfin que probablement les recherches des géologues finiront par en mettre au jour.

Il faut bien le reconnaître, jusqu'à ce jour, les faits ont pris

une tournure favorable à cette dernière thèse. D'année en année, les découvertes de géologie ont montré le peu de valeur des preuves négatives. Si l'on a cru à l'absence de toute trace des organismes supérieurs dans les couches primitives, ce n'est pas tant parce que ces débris y font défaut, que par suite d'un examen incomplet. Dans son *Manuel de géologie élémentaire*, à la page 460, sir Charles Lyell donne à l'appui une liste de faits. On y voit qu'en 1709 on n'avait pas vu de poissons plus bas que le système permien. En 1793, on les trouva dans le système carbonifère, qui est au-dessous; en 1828, dans le devonien; en 1840, dans le silurien supérieur. Quant aux reptiles, nous apprenons qu'en 1710 le plus bas qu'on les eût trouvés était le terrain permien; en 1844, on les découvrit dans le carbonifère; et en 1852, dans le devonien supérieur. Pour les mammifères, la liste nous montre qu'en 1798 pas un n'avait été reconnu au-dessous de l'éocène moyen; mais en 1818 on les vit dans l'oolithe inférieur, et en 1847 dans le trias supérieur.

Mais la vérité ici, c'est que les deux parties s'appuient sur un postulat inadmissible. Parmi les partisans de l'uniformité, ce n'est pas seulement des écrivains comme Hugh Miller, mais d'autres tels que sir Charles Lyell [1], qui semblent, à leur façon de raisonner, croire que nous avons découvert les couches premières, ou quelque chose d'approchant. Les adversaires, soit qu'ils défendent l'hypothèse du développement, soit qu'ils tiennent pour le progrès simple, en sont à peu près tous là

1. Sir Charles Lyell ne doit plus être rangé parmi les partisans de l'uniformité. Depuis l'époque où j'écrivais cet *Essai*, il s'est rendu, avec une rare et admirable candeur, aux arguments de M. Darwin.

également. Sir R. Murchison, un partisan du progrès, appelle les couches fossilifères les plus basses « protozoïques ». Le professeur Ansted emploie le même mot. Soit qu'ils l'avouent ou non, les adversaires partent tous de cette même hypothèse : c'est leur terrain commun.

Or c'est là une hypothèse insoutenable, comme le sait bien plus d'un d'entre ceux qui en usent. On peut citer des faits d'où il résulte qu'elle est plus que discutable, fort improbable, tandis que les arguments cités en sa faveur sont incapables de résister à la critique.

Parce qu'en Bohême, dans la Grande-Bretagne, en quelques parties de l'Amérique du Nord, les strates non métamorphosées les plus basses qu'on ait encore découvertes offrent seulement de faibles traces de la vie, sir R. Murchison admet qu'à l'époque de la formation de ces strates il n'y avait que peu ou point de végétaux et d'animaux de créés : là-dessus il les classe sous le nom d' « azoïques ». Or, dans ses propres pages, nous trouvons de quoi renverser sa conclusion, à savoir qu'à cette époque il y avait peu d'êtres vivants. Les roches de Longmynd, qui avaient longtemps passé pour dépourvues de fossiles, ont laissé voir des traces de vie : on les a trouvées dans les couches les plus basses ; et les 20,000 pieds de terrains situés au-dessus n'ont pas encore livré de débris organiques. Ainsi ces couches superposées sont, sur une épaisseur de 4 milles, dépourvues de fossiles, bien que, les couches sur lesquelles elles reposent le montrent, la vie eût déjà commencé : que devient après cela le raisonnement de sir R. Murchison ? A la page 189 de la *Siluria*, nous trouvons un fait plus décisif encore. Les

« grès de Glengariff » et autres couches qui les accompagnent, dont l'épaisseur est, selon la description, de 13,500 pieds, n'offrent aucun signe de la vie d'alors. Or sir R. Murchison les rapporte à la période devonienne, laquelle a une faune marine nombreuse et variée. Alors comment peut-on, de ce que les couches de Longmynd et leurs analogues manquent de fossiles, conclure qu'à l'époque de leur formation la terre était « azoïque »?

« Mais, demandera-t-on, s'il existait alors des êtres vivants, pourquoi ne trouvons-nous pas de couches fossilifères de cette époque ou d'une époque antérieure? » Répondons d'abord que l'existence de telles couches est combattue par un fait purement négatif : nous n'en avons pas trouvé. Or, quand on songe combien nous savons peu de chose même sur les deux cinquièmes, aujourd'hui émergés, de la surface terrestre, combien est profonde notre ignorance sur les trois cinquièmes immergés, on trouve les gens bien téméraires d'affirmer que ces couches n'existent pas. Mais voici la réponse capitale : c'est que ces pages de l'histoire primitive de la terre ont été en grande partie détruites, par des forces toujours prêtes à cette œuvre de destruction.

C'est une vérité établie en géologie, que les couches de sédiment sont exposées à se transformer, d'une façon plus ou moins complète, sous l'action du feu. Il y a des roches que l'on classait jadis sous le nom de « terrains de transition », parce qu'elles offraient une apparence intermédiaire entre les roches ignées situées au-dessous, et les couches de sédiment placées au-dessus : on l'a reconnu depuis, elles ne sont rien autre que

des couches de sédiment dont la texture et l'apparence ont été altérées par la chaleur intense de la matière voisine en fusion : on leur a donné par suite le nom nouveau de « roches métamorphiques ». Des recherches récentes ont fait voir en outre que ces roches métamorphiques ne sont pas, comme on le supposait jadis, toutes du même âge. Outre les strates primaires et secondaires qui ont été transformées par l'action du feu, il y a des dépôts d'origine tertiaire qui ont subi le même changement, et cela jusqu'à un quart de mille (400 m.) de leur point de contact avec le granit. Dans ce phénomène, les fossiles, naturellement, ont été détruits. « Dans certains cas, dit sir Charles Lyell, des calcaires bruns, pleins de coquillages et de coraux, ont été changés en marbre blanc de statuaire ; et des argiles dures, renfermant des débris végétaux ou autres, se sont transformées en ardoises dites micaschites ou schiste-hornblende ; quant à ces corps organisés, ils ont disparu jusqu'au dernier vestige. »

C'est encore une vérité qui est en bonne voie de s'établir, que toute roche ignée, d'espèce quelconque, est le produit de couches sédimentaires jadis complètement fondues. Le granit et le gneiss, dont la composition chimique est la même, peuvent, on l'a montré en plusieurs cas, se transformer l'un en l'autre : ainsi dans la Vallorcine, près du mont Blanc, où ils se trouvent en contact, on observe que « tous deux subissent une modification minéralogique. Le granit qui reste sans être encore stratifié se parsème de particules vertes ; et le gneiss talqueux, sans perdre sa stratification, prend une structure granitique. » Dans le granit d'Aberdeen, on trouve souvent

des rognons de gneiss non fondu; et, je puis moi-même en rendre témoignage, dans les bancs de Loch Sunart, on a des preuves bien claires que le granit de cette région, à l'époque de sa fusion, contenait des blocs incomplètement fondus de strates sédimentaires. Et ce n'est pas tout. Il y a cinquante ans, on croyait que toutes les roches granitiques étaient primitives, ou existaient avant toutes les couches de sédiment; mais aujourd'hui ce n'est pas « une tâche aisée de montrer une seule masse de granit qu'on puisse faire remonter par bonnes raisons à une époque antérieure à celle de tous les dépôts fossilifères connus ».

Voici donc ce qui résulte avec évidence de preuves accumulées : toute couche de sédiment placée au contact ou dans le voisinage de la matière en fusion du noyau terrestre peut se fondre entièrement ou partiellement, ou atteindre une température à laquelle ses éléments s'agglutinent; selon la température où elles sont parvenues et les circonstances de leur refroidissement, elles prennent la forme de granit, de porphyre, de trapp, de gneiss, ou toute autre forme altérée. En outre, une chose est claire : parmi les couches qui ont subi ces changements, il y en a de différents âges; mais les plus anciennes ont été les plus profondément altérées, d'abord parce que d'ordinaire leur gisement était plus voisin du centre igné, puis parce qu'elles ont été plus longtemps soumises à l'action du feu. Par suite, quand une couche sédimentaire dépasse un certain degré d'ancienneté, il n'y a guère de chances qu'elle soit demeurée sans subir de métamorphose; et les couches qui sont notablement plus antiques ne peuvent manquer

d'avoir été fondues. Si donc, durant un passé d'une durée indéfinie, les agents aqueux et ignés que nous voyons encore travailler avaient été à l'œuvre, la croûte terrestre pourrait fort bien être dans l'état même où nous la voyons. Nous n'avons aucun moyen sûr de déterminer des limites à la période durant laquelle ont eu lieu ces formations et destructions de strates. Autant qu'on peut conclure de l'examen des faits, elle a pu durer dix fois plus que la période mesurée par la série entière de nos dépôts de sédiment.

Non-seulement nous ne trouvons pas, dans l'aspect actuel de la croûte terrestre, de données pour déterminer un commencement à ces phénomènes, non-seulement le raisonnement nous permet d'attribuer à ce commencement une antiquité prodigieuse, en comparaison même de la vaste étendue des périodes géologiques, mais, de plus, nous ne manquons pas de raisons positives en faveur de cette même conclusion. La géologie moderne a établi de certaines vérités qui nous interdisent de croire que la formation et la destruction de ces strates ait débuté à l'époque de la création des roches cambriennes, ou à quelque époque à peu près aussi récente. Il suffira ici d'un fait tiré de la *Siluria*. Sir R. Murchison évalue l'épaisseur verticale des couches siluriennes dans le pays de Galles à 26 ou 27,000 pieds environ, soit 5 milles (8 kil.); si l'on y ajoute la profondeur verticale des couches cambriennes, sur lesquelles reposent et sont moulées les couches siluriennes, on arrive, au bas mot, à une épaisseur totale de 7 milles (11^{k},2).

Or, selon les géologues, cet amas énorme de strates doit s'être déposé dans une aire d'affaissement lent. Ces strates

n'ont pu se superposer ainsi dans un ordre régulier, sans que la croûte de la terre s'abaissât en ce point même, soit insensiblement, soit par de très-faibles mouvements. Mais l'affaissement d'une aussi vaste étendue eût été impossible, si la croûte n'eût été fort épaisse. Le noyau en fusion de la terre tend toujours, et avec une force énorme, à prendre la forme d'un sphéroïde régulièrement aplati. Toute dépression de la croûte au-dessous du niveau d'équilibre, toute élévation de la croûte au-dessus de ce niveau, rencontre une résistance considérable. Par suite, avec une croûte mince, il ne peut se produire que de faibles oscillations vers le haut ou le bas ; au contraire, un affaissement d'une profondeur de sept milles suppose une croûte relativement très-puissante, c'est-à-dire très-épaisse. En réalité, si nous comparons cet affaissement de la période silurienne, ainsi découvert par induction, avec les élévations et dépressions que montrent nos continents et océans actuels, nous n'avons pas de raison de croire que l'écorce terrestre fût sensiblement plus mince alors qu'aujourd'hui. Qu'en faut-il conclure ? Si, comme l'admettent en général les géologues, la croûte terrestre a été formée grâce au refroidissement lent, qui se continue encore ; si nous n'avons pas de raison de juger que cette croûte fut plus mince à l'époque de la formation des plus anciennes strates cambriennes ; la conclusion forcée, c'est que la période dont elle eut besoin pour arriver à l'épaisseur qu'elle avait à l'âge cambrien est, prodigieuse en comparaison du temps écoulé depuis l'âge cambrien jusqu'à nos jours. Or, durant l'incalculable suite d'âges à laquelle nous arrivons ainsi, il y avait un océan, des marées, des vents, des vagues,

de la pluie, des fleuves. Les agents qui ont travaillé de tout temps à dénuder les continents et à combler les mers s'exerçaient alors aussi bien qu'aujourd'hui. Des séries infinies de strates ont dû se former. Et si nous demandons : Où sont-elles? la nature répond fort clairement : Elles ont été détruites par ce même agent igné qui a fondu ou métamorphosé une si grande partie des plus vieilles strates connues.

C'est seulement le dernier chapitre de l'histoire de la terre qui est parvenu jusqu'à nous. Les chapitres précédents, si nombreux et remontant jusqu'à une immense antiquité, ont été consumés ; et avec eux toutes les traces de vie qui, nous pouvons le croire, y étaient contenues. La plupart des arguments qui auraient pu sustenter la controverse relative au développement sont perdus pour toujours; et les raisons à tirer de la géologie ne décident ni pour ni contre.

« Mais, pourra-t-on demander, comment se fait-il qu'il reste tant de traces d'un progrès? Comment se fait-il qu'en remontant des plus anciennes couches aux plus récentes nous trouvons une suite de formes organiques, sans doute irrégulière, et s'élevant pourtant des plus humbles aux plus nobles? » Il semble difficile de répondre à cette question. Néanmoins, il y a lieu de croire qu'on ne peut rien tirer de sûr de ce progrès apparent. Et l'exemple par lequel nous allons le montrer fera voir aussi, croyons-nous, combien il faut peu se fier à certaines généralités de géologie qui semblent bien établies. Cet exemple, d'ailleurs un peu complexe et que nous allons donner, terminera bien nos critiques.

Supposons que, dans une contrée aujourd'hui recouverte par

un vaste océan, commence un de ces grands soulèvements lents, qui produisent de nouveaux continents. Pour plus de précision, imaginons que dans le sud du Pacifique, à mi-chemin entre la Nouvelle-Zélande et la Patagonie, le fond de la mer soit peu à peu exhaussé vers la surface et qu'il soit sur le point d'émerger. Quels sont les phénomènes géologiques et biologiques qui se succéderont vraisemblablement avant que ce fond en voie d'émerger devienne une autre Europe ou une autre Asie?

D'abord, à mesure qu'une portion de la nouvelle terre arrive au niveau des vagues, celles-ci la dénudent rapidement : la matière molle ainsi enlevée est usée par les brisants, emportée par les courants locaux, déposée dans les eaux profondes d'alentour. Chaque petit soulèvement amènera des portions de terre nouvelles et plus grandes à la portée des vagues ; à chaque moment, les surfaces déjà dénudées perdront encore de nouveaux pans de terrain ; et, en outre, certains des dépôts ainsi récemment formés, étant élevés presque au niveau de l'eau, seront de nouveau balayés et précipités plus loin. A la longue, les roches plus dures de l'ossature du fond marin soulevé seront mises à découvert. Comme elles seront moins aisées à détruire, elles subsisteront au-dessus de la surface ; et sur leurs bords se produiront les phénomènes ordinaires : les roches se briseront et donneront du sable et des galets. Aussi, tandis que, durant cette lente élévation qui marchera à la vitesse peut-être de deux ou trois pieds par siècle, la plupart des dépôts de sédiment seront détruits et reformés bien des fois, au contraire, sur les terrains voisins d'affaissement (car toute élévation est accompagnée d'affaissements) se dépose-

ront, selon une série plus ou moins continue, des couches sédimentaires.

Et maintenant, quel sera le caractère de ces nouvelles couches? Évidemment, elles ne pourront contenir presque aucune trace d'êtres vivants. Les dépôts qui auparavant s'étaient formés avec lenteur au fond de ce vaste Océan ne devaient être parsemés que des fossiles d'un petit nombre d'espèces. La faune de l'Océan n'est pas riche : ses hydrozoaires ne peuvent se conserver; et quant à ses mollusques, crustacés et insectes, leurs parties dures sont très-fragiles. Aussi, quand le lit de l'Océan aura été soulevé par places jusqu'à la surface, quand ses couches de sédiment avec les fragments organiques qu'elles contiennent auront été usées et délayées par les brisants, puis déposées à nouveau; quand ces dépôts nouveaux, venant encore à être légèrement exhaussés, comme il arrivera d'ordinaire, auront été exposés à cette action violente et destructive ; comment veut-on que les quelques débris organiques si fragiles enfouis dans ces couches n'aient pas été détruits à peu près sans exception? Ainsi donc, celles des strates primitives qui survivront aux changements répétés de niveau seront *en* fait « azoïques », comme le terrain cambrien de nos géologues. Une fois les dépôts mous balayés, une fois l'ossature résistante mise au jour sous forme d'îlots rocailleux, des pionniers, apportant une forme nouvelle de la vie, trouveront où prendre pied et apparaîtront. Quels seront-ils? Ils n'appartiendront à aucune des espèces marines d'alentour, qui ne sont pas faites pour vivre sur les rivages, mais à des espèces vivant sur quelques côtes lointaines du Pacifique. Les premiers à s'établir

seront des plantes de mer et des zoophytes : leurs spores et gemmules, arrivant par masses, auront le plus de chances de faire heureusement la traversée, puis, une fois arrivés, de trouver une nourriture convenable. A vrai dire, les cirrhopodes et les lamellibranches, qui vivent de petits êtres dont la mer est partout peuplée, trouveront aussi à se nourrir là. Mais, sans parler d'une première infériorité de ces espèces plus élevées, à savoir leur nombre moins grand et leur moindre aptitude aux longs voyages, une autre différence bien plus grave, c'est que les individus sortis de ces germes-là ne se reproduisent que par l'union des sexes : c'est là un obstacle qui rend fort chanceux l'établissement de ces races. Les chances d'arriver les premiers à coloniser ces terrains sont en grande majorité pour des espèces qui, se multipliant par agamogenèse, peuvent avec un germe unique peupler une côte entière; presque toutes sont contre des espèces qui, ne multipliant que par gamogenèse, ont besoin d'arriver en foule considérable pour qu'un petit nombre d'individus survivent, s'unissent, se reproduisent. D'où je tire que les traces d'êtres vivants les plus anciennes que porteront les sédiments déposés près des nouvelles roches seront celles d'êtres fort humbles, comme ceux dont les roches les plus anciennes de Grande-Bretagne et d'Irlande gardent les traces. Imaginez maintenant que les phénomènes dont nous avons parlé continuent; que les terrains émergés deviennent de plus en plus vastes et soient bordés par des côtes de plus en plus diverses d'aspect; que les courants océaniques continuent à apporter, de loin en loin, des espèces immigrantes venues de rivages éloignés. Qu'en arrivera-t-il?

Le cours du temps rendra de plus en plus probable l'introduction de ces espèces nouvelles; car à la faveur du temps pourront se réunir ces conditions complexes et nécessaires qui, d'après la loi des probabilités, ne se réalisent que de loin en loin. En outre, le nombre des îles et l'étendue de chacune croissant toujours, la longueur des côtes ira grandissant; en d'autres termes, les points de contact avec les courants et les vagues qui apportent les objets flottants se multiplieront; ainsi il y aura de plus en plus de chances pour que les germes de nouvelles espèces viennent aborder.

De plus, sur ces côtes aux sites déjà variés, où les conditions physiques changent de mille en mille, des espèces bien plus nombreuses trouveront le séjour qu'il leur faut.

Ainsi, à mesure que le terrain s'élève, trois causes conspirent pour introduire de nouveaux végétaux et animaux de mer. Quelles sont les classes auxquelles, durant une longue période, sera réduite cette faune, qui va s'enrichissant? Naturellement, celles dont les individus, ou leurs germes, sont propres à être amenés de leurs côtes natales, si lointaines, sur quelque plante marine, sur quelque morceau de bois flottant; celles qui risquent le moins de succomber à la traversée ou au changement de climat, et celles qui sont le plus capables de subsister sur des rivages où les êtres vivants sont rares encore. Ainsi donc, ce sont les coraux, les annélides, les mollusques inférieurs, les crustacés des classes les plus humbles, qui composeront principalement la faune primitive. Les espèces plus dévastatrices et de plus grande taille, comprises dans ces mêmes classes, seront les dernières à s'établir :

d'abord, parce qu'il faut que les côtes se soient bien peuplées pour leur offrir une chasse abondante ; puis à cause de leur complexité plus grande, qui les rend moins propres, elles ou leurs œufs, à résister au voyage et au changement de milieu.

Nous pouvons donc penser que les strates déposées après les couches presque « azoïques » contiendraient les restes d'invertébrés analogues à ceux qui se trouvent sur les côtes de l'Australie et de l'Amérique du Sud. Et même, de ces débris d'invertébrés, les étages inférieurs en présenteraient seulement quelques genres et appartenant à des types plutôt imparfaits ; dans les étages supérieurs, au contraire, les genres seraient en plus grand nombre et de types plus élevés, comme il arrive pour les fossiles de notre système diluvien. Puis, ce vaste changement géologique poursuivant son cours, entrecoupé de tremblements de terre, de troubles volcaniques, de soulèvements et affaissements secondaires, l'archipel s'étendant et ses petits îlots s'unissant pour faire de grandes îles, tandis que sa ligne de côtes gagnerait encore en longueur et en variété, et que la mer alentour se peuplerait de plus en plus d'espèces inférieures, des représentants de la division la plus humble des vertébrés se montreraient. Dans l'ordre du temps, les poissons suivraient naturellement les vertébrés les plus bas, car leurs œufs sont moins propres à être transportés à travers un désert aquatique, et, pour subsister, il leur faut une faune préexistante et déjà développée. Ils apparaîtraient sans doute avec les crustacés de proie, comme on le voit dans les roches siluriennes les plus élevées.

En outre, il est bon d'en faire ici la remarque, comme durant cette longue période que nous avons décrite la mer aurait envahi sur de vastes étendues celles des terres nouvellement soulevées qui seraient demeurées immobiles, comme elle aurait vraisemblablement atteint sur quelques points des roches ignées ou métamorphiques, ces .roches pourraient, dans le cours des temps, se trouver décomposées et démolies, et il en résulterait des dépôts locaux, colorés par l'oxyde de fer, tels que notre grès rouge ancien. Et dans ces dépôts pourraient se trouver enfouis les restes de poissons, comme ceux qui habitaient alors la mer alentour.

Pendant ce temps, comment se peuplerait la surface des masses surélevées? Ces déserts de rochers nus et de galets ne porteraient d'abord que les plus humbles formes du règne végétal, comme celles que nous voyons faire des taches grises ou rouges sur les flancs raboteux de nos montagnes, car seules elles pourraient fleurir sur de tels espaces, et seules leurs spores y seraient aisément apportées. Puis ces protophytes, venant à pourrir, non sans avoir décomposé la roche, prépareraient une surface convenable pour des mousses; celles-ci, leurs germes étant amenés par des arbres flottés, commenceraient à s'étendre. Ainsi se créerait à la longue un sol, et là, des plantes d'une organisation plus complexe trouveraient où prendre racine; alors, grâce à l'étendue de l'archipel et de chaque île, qui irait croissant, comme on a vu, grâce à la prise de plus en plus complète qu'ils offriraient aux vents et aux eaux, quelques graines de ces plantes supérieures finiraient bien par être apportées des terres les plus voisines. La surface ayant été ainsi colonisée par

une flore commençante, quelques insectes pourraient déjà y subsister; et, de tous les êtres qui respirent dans l'air, les insectes évidemment seraient les premiers à trouver leur voie depuis leur lieu d'origine.

Comme toutefois les organismes terrestres, végétaux et animaux, sont bien moins propres que les organismes marins à survivre aux accidents d'une longue traversée, évidemment la mer entourant les nouvelles terres aura depuis longtemps une flore et une faune variées, que les terres elles-mêmes seront encore nues, en comparaison; aussi les premières couches, semblables en cela à nos siluriens, ne porteront pas traces d'êtres terrestres. Mais, dans le temps qu'il aura fallu pour élever au-dessus de l'Océan de vastes surfaces, nous pouvons bien admettre qu'une végétation luxuriante s'y sera établie. Quelles seront les circonstances nécessaires pour que nous puissions vraisemblablement trouver cette végétation à l'état de fossile? Là où il y a de vastes surfaces de terres, il y a des rivières, avec leurs deltas ordinaires; il peut y avoir des lacs et des marais, toutes conditions, nous le voyons par des exemples contemporains, favorables à une végétation prospère, et telles qu'il les faut pour la conserver sous la forme de lits houillers. Ainsi donc, chose à noter, s'il est peu probable que dans les premières annales d'un tel continent il dût se rencontrer une période carbonifère, au contraire, elle apparaîtrait vraisemblablement après une longue suite de soulèvements qui auraient mis à découvert de vastes surfaces. Ainsi qu'il arrive dans notre série sédimentaire, les couches de houille ne se montreraient pas avant que se fussent amassées en quantités prodi-

gieuses des couches plus anciennes, chargées de fossiles marins.

Maintenant, voyons d'abord selon quel ordre apparaîtraient les formes supérieures du règne animal. Nous avons vu comment, dans la succession des espèces marines, il y aurait une sorte de progrès de l'inférieur au supérieur, dont le terme le plus élevé serait une faune comprenant des mollusques de proie, des crustacés, des poissons. A la suite des poissons, quels animaux viendrait-il? Après les animaux marins, ceux qui auraient le plus de chances de survivre à la traversée seraient les reptiles amphibies, d'abord parce qu'ils ont la vie plus dure que les animaux supérieurs, puis parce qu'ils seront moins entièrement étrangers à l'élément où se fait le voyage. Des reptiles faits pour vivre indifféremment dans l'eau douce ou salée, tels que les alligators; ceux qui sont emportés au large de l'embouchure des grands fleuves sur des arbres flottés, comme il arrive, selon Humboldt, aux alligators de l'Orénoque : tels seraient sans doute les premiers colons.

Il est encore évident que des reptiles d'autres espèces seraient parmi les premiers vertébrés qui peupleraient le nouveau continent. Imaginons un de ces trains naturels de bois, couverts de terre et de matière végétale arrangée en une sorte de plancher, comme ceux que jettent parfois à la mer des courants tels que le Mississipi, avec des passagers vivants logés çà et là. Les animaux actifs, à sang chaud, d'une organisation élevée, périront bientôt par la faim et les intempéries; les êtres inertes, à sang froid, qui peuvent durer longtemps sans nourriture, se conserveront peut-être des semaines; ainsi, sur un certain nombre d'occasions, qui de temps en temps, durant

une longue période, doivent se présenter, les reptiles réussiront les premiers à aborder sains et saufs des rivages étrangers : et, en fait, c'est là, on le sait, ce qui leur arrive parfois. La traversée pour les mammifères est bien chanceuse : aussi leur arrivée est beaucoup moins probable ; même elle n'aurait vraisemblablement jamais lieu, si le nouveau continent ne venait à grandir et à diminuer la distance qui sépare ses côtes des terres voisines, ou si des îles ne se formaient dans l'espace intermédiaire, ce qui accroît leurs chances de survivre.

Pourtant supposons que l'immigration devienne facile, autant du moins qu'il est nécessaire : quels seraient les premiers mammifères qui arriveraient et qui vivraient ? Ce ne seraient pas les grands herbivores, car, si par quelque hasard ils arrivaient jusqu'à la mer, ils seraient bien vite noyés ; ni les carnivores : quand ils survivraient au voyage, ils ne trouveraient pas la nourriture qu'il leur faut. Ce sont certains petits quadrupèdes, vivant sur les arbres et se nourrissant d'insectes, qui auraient le plus de chances d'être emportés loin de leur contrée natale et, arrivés sur une terre nouvelle, d'y trouver de quoi vivre. Certains mammifères insectivores, de la taille de ceux qu'on trouve dans le trias et le schiste de Stonesfield, seraient sans doute les premiers pionniers de la race des vertébrés supérieurs. Supposons enfin que les communications deviennent plus faciles encore, soit que le fond du détroit s'élève de nouveau, ce qui multiplierait les îles, soit que, par une suite de soulèvements, le nouveau continent se rejoigne matériellement avec un ancien ; alors enfin afflueront les grands et plus parfaits mammifères.

Ce n'est là qu'une esquisse bien grossière d'une suite d'évènements qui serait fort compliquée et délicate; plus d'une des propositions que j'ai avancées soulève des objections auxquelles je ne puis ici répondre, faute de place; pourtant, on ne saurait le nier, c'est là une sorte d'histoire du développement de la vie sur le nouveau continent que nous imaginons. Tous détails à part, une chose est claire : c'est que les organismes simples, ne réclamant pour prospérer que des conditions fort simples, seraient les premiers à réussir dans la colonisation; que les organismes plus complexes, ne pouvant subsister que par la réunion de conditions plus complexes, s'établiraient après, et successivement, selon une série à peu près ascendante. D'un côté, tout est facile : les nouveaux individus peuvent arriver sous la forme de petits germes; ils sont en nombre infini; ils sont répandus dans la mer; sans cesse les courants de l'Océan les entraînent dans toutes les directions à de grandes distances; ils peuvent supporter ces longs voyages sans en souffrir; où qu'ils arrivent, ils trouvent leur vie; les organismes qui en sortent, enfin, se multiplient, sans union de sexes, et fort rapidement. A l'autre extrémité de l'échelle, tout est difficulté : les nouveaux individus doivent être amenés sous leur forme adulte; le nombre en est, à comparaison, tout à fait peu de chose; ils vivent sur terre et ne sont guère exposés à être charriés jusqu'à la mer; même arrivés là, ils ont bien peu de chances d'échapper à la mort par l'eau, par la faim ou par le froid; s'ils survivent à la traversée, il leur faut une flore ou une faune spéciale, qui leur fournisse leur nourriture propre; diverses autres conditions physiques ne leur sont pas moins

nécessaires ; et enfin, s'il n'arrive pas que deux individus au moins, et de sexes différents, abordent sains et saufs, la race ne peut s'établir. Ainsi donc, à mesure qu'on s'élève dans l'échelle des êtres, l'immigration réclame, pour réussir, à chaque degré, quelque condition de plus ; les chances de succès vont donc diminuant avec une extrême rapidité; et l'immigration de chaque espèce, par suite, sera séparée de celle de la précédente par une période de la durée des âges géologiques.

C'est ainsi que les dépôts successifs de sédiment, formés durant l'exhaussement graduel du continent nouveau, sembleront fournir la preuve évidente d'un progrès général dans les espèces vivantes. Mais, en réalité, des terres ainsi soulevées au milieu d'un vaste océan donneraient naissance d'abord à des couches sans fossiles, puis à des couches ne renfermant que les espèces marines les plus basses, ensuite à des couches renfermant les espèces marines supérieures et allant jusqu'aux poissons ; les couches situées au-dessus offriraient des reptiles, puis de petits mammifères, enfin de grands mammifères : c'est là, à mon avis, ce qu'on peut déduire avec sûreté des lois de la vie organique.

Si donc la succession des fossiles offerts par les couches de ce nouveau continent imaginaire doit être ainsi l'image de celle qu'offre notre série sédimentaire, n'est-on pas en droit de croire que notre série sédimentaire pourrait bien être le témoin des phénomènes qui accompagnent un de ces grands soulèvements, sans plus? La chose n'est pas seulement possible ; à mon sens, elle est fort probable : elle s'accorde avec l'irréfutable conclusion où nous sommes arrivés plus haut, que

les changements géologiques ont dû prendre pour s'accomplir un temps prodigieusement supérieur à celui dont nous possédons des souvenirs. Et, si l'on accorde quelque probabilité à cette conclusion, il faut alors le reconnaître : jamais les faits de la paléontologie ne suffiront à établir, non plus qu'à renverser, l'hypothèse du développement ; tout ce qu'ils peuvent faire, c'est de montrer si les toutes dernières pages des annales de la vie sur la terre sont ou non d'accord avec cette hypothèse, si la flore et la faune actuelles peuvent, oui ou non, être rattachées par une filiation à la flore et à la faune des âges géologiques les plus récents.

VII

LA PHYSIOLOGIE TRANSCENDANTE

(*National Review*, octobre 1857.)

Son objet : les lois premières de la vie. — Exemples de ces lois : 1° rapport entre le développemeat d'un organe et son activité ; 2° hérédité ; 3° tout vivant vient de l'union de deux cellules en un œuf ; 4° il se développe en devenant d'homogène hétérogène.

Etude de cette dernière loi : Tout développement comprend des *différenciations* de parties, suivies d'*intégrations* des parties ainsi produites. — Intégration *longitudinale.* Intégration *transversale.* Leur combinaison. — Principe de l'intégration, l'*identité de fonction* des éléments intégrés. Exceptions apparentes.

Rapport de l'individu à son milieu, même loi. — Il s'en différencie de plus en plus par sa structure, sa forme, sa composition chimique, sa densité, sa température, sa motilité. De là son aptitude à réagir.

I. Application de la méthode a priori a la physiologie. — Exemples : Parmi les animaux volumineux, toute espèce active aura un appareil *respiratoire*, un *estomac*, un système *circulatoire*. — En général, des conditions essentielles de la vie, découvertes par induction, on peut déduire certaines lois encore inconnues.

Premier principe de toute organisation : *instabilité de l'homogène.* — Homogénéité des germes. — Leur instabilité chimique. — Pourquoi tendent-ils à une *hétérogénéité ordonnée ?* C'est que les unités organiques doivent s'adapter chacune à sa situation propre, ou se décomposer. — Nécessité d'un second principe : adaptations des ancêtres, transmises par hérédité.

Autre application. — La *corrélation des formes* est-elle nécessaire ? — Cuvier l'affirme ; emploi de cet axiome en paléontologie. — Objection de Huxley. — Examen de la question. Fausse accusation d'athéisme contre la doctrine de Huxley. — Pourquoi les vraies corrélations nécessaires sont très-rares. — Dans un mécanisme, surtout compliqué, une même fin peut être atteinte par des combinaisons de moyens fort diverses; et inversement une même influence extérieure peut y provoquer des altérations fort variées, sans qu'on puisse prévoir laquelle.

II. Aide mutuelle que peuvent se prêter la physiologie et la sociologie. — Caractère fondamental commun aux êtres vivants et aux corps sociaux :

la *dépendance mutuelle des parties.* — Le développement des sociétés se fait aussi par *différenciation* et *intégration.* — La cause en est également dans l'*adaptation* de chaque partie à sa situation propre. — L'*hérédité* dans les sociétés : rapport des colonies aux métropoles. — Similitude entre l'appareil industriel et commercial et les organes de sécrétion et de circulation. (TR.)

[1] En mathématiques, on appelle analyse transcendante cette science qui, dépassant les relations particulières des nombres, dont traite l'arithmétique, et les relations numériques générales, objet de l'algèbre ordinaire, s'occupe des relations plus générales encore qui sont le fondement des autres relations générales. Sous le nom d'anatomie transcendante, on entend une partie de la biologie, où il est question, non de la structure de chaque organisme particulier, mais des principes généraux qui président à la structure de toute une grande et riche classe d'organismes, de l'unité de plan qui se laisse discerner dans une nombreuse série de genres et d'ordres en apparence fort différents. Eh bien! mon objet ici est de réunir

1. Cet *Essai* parut d'abord dans la *National Review* de 1857, sous le titre : *Les lois suprêmes de la physiologie.* Il fut reproduit dans le premier volume (anglais) d'*Essais* réimprimés, qui parut en décembre de la même année. Il fut exclu de l'édition américaine, comprenant les premier et second volumes d'*Essais* revus et corrigés. Comme l'édition anglaise ne se trouve plus en librairie, et que l'édition américaine est la seule qu'on rencontre même chez nous, cet *Essai* est depuis dix ans introuvable. Je le joins à cette seconde édition du troisième volume (anglais), pour deux raisons : on y verra sous leur forme première certaines idées générales qui dans les *Premiers Principes* ont reparu sous une forme plus achevée, et l'on y trouvera aussi d'autres qui ont leur importance.

plusieurs lois relatives au développement et aux fonctions des organes et qui s'étendent non plus à telles espèces ou classes spéciales d'êtres organisés, mais à tous ces êtres : plusieurs de ces lois n'ont pas, je crois, été énoncées jusqu'à ce jour.

Pour introduire plus doucement le public dans cet ordre suprême de vérités biologiques, commençons par en indiquer une ou deux avec lesquelles tout le monde est déjà familier. Soit d'abord le rapport entre le travail accompli par un organe et son développement. Ce rapport est universel. Il est vrai non-seulement pour un os, pour un muscle, pour un nerf, pour un organe de la sensation, pour une faculté mentale, mais encore pour chaque glande, pour chaque viscère, chaque élément du corps. Il se vérifie et chez l'homme, et chez tous ceux des animaux en qui nous pouvons en poursuivre l'application ; plus encore, chez les plantes mêmes. Pourvu que le fonctionnement ne soit pas excessif au point de troubler la machine ou d'excéder les forces réparatrices, soit de la machine entière, soit des appareils particuliers qui apportent à l'organe sa nourriture, dans cette seule condition, on peut le dire, c'est une loi des corps organisés, que, toutes choses égales d'ailleurs, le développement est en raison du fonctionnement. Cette loi est le fondement de toutes les maximes et méthodes raisonnables d'éducation, tant intellectuelle que morale et physique ; et, le jour où les politiques seront assez sages pour savoir cela, cette loi paraîtra la base de toute législation raisonnable.

Une autre de ces vérités qui s'étendent à tout le monde organisé, c'est celle de la transmission par hérédité. Non pas que l'hérédité ait pour unique effet, comme on le croit en général,

de perpétuer dans une famille certaines particularités qui ont appartenu aux ancêtres immédiats ou éloignés. La loi de l'hérédité ne s'étend pas uniquement non plus à ces cas généraux déjà plus vastes : la production de variétés permanentes, naissant, dans le règne végétal ou animal, d'individus modifiés ; la création d'espèces nouvelles de blé ou de pomme de terre, de sortes nouvelles de moutons ou de bestiaux, et de nouvelles races d'hommes, par le même moyen. Ce sont là des exemples secondaires de cette loi. Pour qui en embrasse toute l'étendue, elle signifie que toute plante, tout animal produit d'autres êtres de même espèce, l'identité d'espèce consistant non pas autant dans la reproduction de certains traits tout individuels que dans l'identité générique de structure. Nous avons un exemple journalier de cette vérité ; mais à la longue il a presque perdu son sens pour nous. Le blé vient du blé, les taureaux actuels ont eu pour ancêtres des taureaux ; tout organisme, en grandissant, finit par revêtir la forme de la classe, de l'ordre, du genre et de l'espèce d'où il est sorti : c'est là un fait qui, à force de se répéter, est arrivé à prendre à nos yeux un caractère de nécessité. C'est ici surtout, pourtant, que la loi de transmission par hérédité se révèle : et, quant aux phénomènes qu'on lui attribue communément, ils n'en sont que des manifestations de second ordre. C'est quand on la comprend ainsi qu'elle est universelle. Nous n'oublions pas cette exception apparente, mais purement apparente, le phénomène bizarre des « générations alternantes » ; elle n'empêche pas la loi, que le semblable engendre le semblable, de s'étendre aux organismes de toutes races.

Maintenant, prenons une loi physiologique d'un genre moins en vue et qui se soit établie récemment. Aux yeux de l'observateur vulgaire, il y a diverses méthodes de reproduction. Il voit, chez les animaux supérieurs, les jeunes venir au jour déjà semblables pour l'ensemble à leurs parents, tandis que les oiseaux pondent des œufs, les couvent et les font éclore, et que les poissons déposent leur frai et le laissent là. Parmi les végétaux, il voit des espèces où les individus nouveaux ne peuvent naître que d'une graine, au lieu que dans d'autres, les pommes de terre par exemple, ils peuvent aussi naître d'un tubercule; d'autres qui poussent des rejetons, lesquels prennent racine et, se développant, donnent des individus nouveaux; qu'enfin beaucoup de plantes viennent d'une bouture ou d'un bourgeon. En outre, dans les moisissures qui se montrent sur les aliments rancis, chez les infusoires qui bientôt grouillent dans l'eau lorsqu'elle est exposée à l'air et à la lumière, il trouve un mode de génération qui doit lui sembler inexplicable et qu'il prendra sans doute pour « spontané ». Celui qui lit des livres de science à l'usage du peuple doit croire qu'il y a plus de variété encore dans les modes de reproduction. Il découvre que des genres entiers d'êtres vivants se multiplient par gemmation, c'est-à-dire que l'individu reproducteur pousse des bourgeons, qui se développent, prennent la forme de leur père, s'en séparent et se mettent à vivre à part. On lui apprend que, chez les espèces animales et végétales d'ordre microscopique, le procédé ordinaire pour la multiplication, c'est la division spontanée : l'individu-souche se fend en deux ou plusieurs êtres, et ceux-ci à leur tour en feront autant. Un cas plus cu-

rieux encore, c'est celui que présentent, par exemple, les aphides : là, un œuf donne naissance à une femelle imparfaite, d'où naissent, selon le mode vivipare, d'autres femelles imparfaites, qui grandissent et à leur tour donnent des femelles imparfaites ; les choses continuent ainsi pendant huit, dix générations et plus, jusqu'à ce qu'enfin soient produits, toujours par le mode vivipare, des mâles et des femelles parfaits. Mais au contraire, sous tous ces modes variés de reproduction et bien d'autres encore, le physiologiste expérimenté découvre au fond une complète uniformité. Le berceau, non-seulement de tout animal ou végétal supérieur, mais de tous ces groupes d'êtres qui sortent par gemmiparité ou fissiparité d'un organisme individuel, est toujours une spore, une graine ou un œuf. Les millions d'infusoires ou d'aphides qui naissent, par subdivision ou par gemmation, d'un individu unique; les innombrables plantes qui successivement sortent d'une plante-mère par des boutures ou par des tubercules, tous ont, aussi bien que l'être le plus élevé, pour premier ancêtre un germe fécondé. Et dans tous les cas, pour l'algue la plus humble comme pour le chêne, pour le protozoaire comme pour le mammifère, ce germe fécondé s'est formé par l'union du contenu de deux cellules. Que ces deux cellules soient, comme dans les espèces les plus basses, de nature en apparence identique, ou qu'elles se distinguent, comme dans les espèces plus élevées, en cellule spermatique et cellule germinative, il n'en est pas moins vrai toujours que de leur combinaison se fait la masse d'où doit sortir un organisme nouveau ou une série nouvelle d'organismes. Cette loi est-elle sans exception ?

Nous ne sommes pas en mesure de l'affirmer : car, pour les aphides, certaines expériences paraissent indiquer que, dans des conditions spéciales, les descendants de l'individu-souche peuvent continuer à se multiplier sans terme et sans avoir besoin d'une fécondation nouvelle, et peut-être y a-t-il d'autres cas semblables. Toutefois, il n'y a pas dans la nature un seul exemple où un tel fait puisse s'observer positivement ; s'il est des plantes dont les graines ne nous sont pas encore connues, il faut plutôt croire que nos observations sont en défaut, et non pas que ces plantes fassent exception. Or, tant qu'on n'aura pas une exception bien prouvée, l'induction précédente doit être tenue pour valable. Voilà donc encore une des vérités de la physiologie transcendante : car, autant que nous pouvons savoir, elle dépasse (*transcends*) toutes les distinctions de genre, d'ordre, de classe, de règne, et s'applique à tout être vivant.

Une autre vérité d'une étendue non moins universelle, c'est la formule de la marche suivie par tout organisme qui se développe. Aux non initiés, cette marche paraît variable. On ne voit pas de parallèle à faire entre le développement d'une plante et celui d'un animal. La ressemblance n'est guère visible entre la croissance d'un mammifère, qui s'avance sans brusquerie de sa première à sa dernière forme, et celle d'un insecte, qui devient successivement, en passant par des états bien nettement séparés, œuf, larve, chrysalide, nymphe. Et pourtant, c'est un fait aujourd'hui établi, tous les organismes se développent de la même façon. Le germe de tout végétal ou animal est, à son début, homogène; et chaque pas vers la

forme adulte est pour lui un accroissement d'hétérogénéité. Tout être organisé commence par une masse à peu près sans structure, et arrive à son état final si complexe par une série accumulée de distinctions entre les parties, par une division qui différencie tels tissus de tels autres, et ces organes-ci de ceux-là. Voilà donc bien encore une loi biologique d'une généralité transcendante.

Cet exposé des lois essentielles de la physiologie transcendante fera comprendre le but de cette science : j'ai ainsi comme frayé la route aux considérations qui vont suivre.

Et d'abord, reprenons la dernière des grandes vérités générales ci-dessus exposées; regardons de plus près ce passage de l'homogène à l'hétérogène. On dit communément qu'il consiste en une série de changements qui différencient les parties. Mais, à mon sens, cette définition est incomplète. Tout physiologiste le sait, l'évolution des organismes ne comporte pas seulement une séparation de parties, mais aussi l'union de certaines parties. Outre la désagrégation, il y a une agrégation. Le cœur, qui est d'abord un grand et long vaisseau sanguin animé de battements, peu à peu s'enroule sur lui-même et s'intègre à part. La couche de cellules biliaires dont se compose le foie à l'état rudimentaire ne se borne pas à s'écarter de la surface de l'intestin, où elles reposent d'abord ; en même temps, elles s'unissent en un organe défini. La concentration graduelle qu'on remarque dans ce cas et dans d'autres encore est une partie du phénomène du développement : Milne Edwards et d'autres l'ont reconnu plus ou moins

nettement, et néanmoins il ne semble pas qu'on l'ait fait entrer à titre d'élément nécessaire dans la conception de ce phénomène.

Cette intégration progressive, on la remarque en suivant un embryon à travers ses divers états, comme en s'élevant des formes les plus humbles aux plus hautes : le meilleur moyen de l'étudier est de la considérer de divers points de vue. Considérons d'abord ce que nous pouvons appeler l'*intégration longitudinale*.

Les *annelés* inférieurs, vers, myriapodes, etc., ont pour caractéristique le grand nombre de segments dont ils sont faits, qui va parfois jusqu'à plusieurs centaines; mais quand on arrive aux *annelés* supérieurs, centipèdes, crustacés, insectes, araignées, le nombre va baissant notablement, jusqu'à vingt-deux, treize et même moins encore; en même temps, on remarque un raccourcissement, une intégration du corps entier, qui atteint son extrême limite chez le crabe et l'araignée. Il se passe quelque chose de semblable dans le développement de chaque crustacé ou insecte. Le thorax du homard, qui, chez l'adulte, uni à la tête, forme une boîte compacte enfermant les viscères, est constitué par la réunion de divers segments qui dans l'embryon pouvaient se séparer. Le corps de la chenille comprend treize divisions bien distinctes : plus tard, chez le papillon, elles s'unissent, plusieurs segments deviennent cohérents et forment le thorax, et ceux de l'abdomen s'associent plus étroitement qu'à l'origine. De même encore pour les organes intérieurs. Dans les espèces inférieures des annelés et dans les larves des espèces supérieures, le canal

alimentaire est formé par un tube qui tantôt est uniforme d'un bout à l'autre, tantôt se renfle par endroits et donne ainsi une série d'estomacs, à raison d'un par anneau; mais, chez les individus les plus parfaits, il n'y a plus qu'un seul estomac bien défini. La même concentration s'observe dans les systèmes nerveux, vasculaire et respiratoire. Dans la manière de se développer des *vertébrés,* nous trouvons encore divers exemples de l'intégration longitudinale. C'est ainsi que plusieurs segments se soudent pour former le crâne. Un autre cas, c'est celui de l'os coccygien, qui se forme par la réunion de plusieurs vertèbres caudales. Enfin, un exemple également bon, c'est celui des vertèbres sacrées chez l'oiseau, qui se fondent en un tout solide.

Quant à ce que nous pouvons appeler l'*intégration transversale*, on en prendra une idée claire en considérant chez les *annelés* le développement du système nerveux. Si l'on néglige ces espèces, les plus infimes, qui n'offrent pas de ganglions distincts, voici ce qu'on observe chez les annelés inférieurs, comme chez les larves des supérieurs : c'est qu'un de leurs traits caractéristiques, c'est une double chaîne de ganglions traversant le corps de bout en bout; au contraire, chez les annelés d'une structure plus achevée, cette double chaîne se confond plus ou moins entièrement en une seule. M. Newport a décrit la marche de cette même concentration chez les insectes, et Rathke l'a suivie chez les crustacés. Chez l'*astacus fluviatilis*, ou écrevisse commune, au premier âge, chaque anneau contient une paire de ganglions séparés. Sur les quatorze paires qui appartiennent à la tête et au thorax, les trois paires qui sont en avant de la

bouche s'unissent en une seule masse pour former le cerveau ou ganglion céphalique. Quant au reste, ceux des six premières paires se joignent deux par deux sur la ligne médiane, les autres demeurent plus ou moins séparés. Des six ganglions doubles ainsi formés, les quatre antérieurs se ramassent en un seul; les deux suivants font de même; alors ces deux masses se fondent en une. Ici, nous voyons l'intégration longitudinale et la transversale se poursuivre à la fois; chez les crustacés les plus élevés, elles continuent tous deux plus loin encore. Chez les *vertébrés*, le développement de l'appareil génital offre un cas bien clair d'intégration transversale. Les plus humbles des mammifères, les *monotrèmes*, ainsi que les oiseaux, avec qui ils ont plus d'un rapport, ont des oviductes qui, vers leur extrémité inférieure, s'évasent et forment des cavités dont chacune remplit imparfaitement la fonction d'un utérus. « Chez les *marsupiaux*, les deux séries voisines d'organes se rapprochent davantage de la ligne médiane, car les oviductes convergent et se rencontrent (sans se confondre) sur la ligne médiane ; de la sorte, leurs renflements utérins sont en contact et constituent un véritable *utérus double*... Chez bon nombre de *rongeurs*, l'utérus demeure encore divisé en deux moitiés voisines; chez d'autres, elles se confondent par leurs parties inférieures : c'est une première ébauche de ce qui chez l'être humain sera le *corps* de l'utérus. Cette portion, chez les herbivores et carnivores supérieurs, grandit aux dépens des *trompes* parallèles ; mais, chez les quadrumanes inférieurs, l'utérus est encore un peu fendu par en haut [1]. » Ce phénomène d'intégration trans-

1. Carpenter, *Principes de physiologie comparée*, p. 617.

versale, qui, vu dans le détail, nous semblerait plus frappant encore, est accompagné de changements parallèles, bien que moins importants, dans l'autre sexe. Un autre exemple, c'est celui de la liaison par commissure des hémisphères cérébraux : ils sont séparés chez les vertébrés inférieurs, mais ils se rejoignent de plus en plus chez les plus élevés. Nous en trouvons d'autres encore, d'ordre différent, mais dont le sens général est le même, dans le système vasculaire.

Or ces diverses sortes d'intégration que nous venons de faire connaître, et où l'on voit communément autant de phénomènes sans rapport entre eux, on devrait les réunir sous une conception générale, les faire entrer dans la formule du développement. Chez un crabe adulte, de nombreuses paires de ganglions d'abord séparés se fondent en une masse unique ; c'est là un fait qui pour l'importance ne le cède qu'à cet autre : la division de son canal alimentaire en un estomac et un intestin. Chez les annelés supérieurs, un cœur unique remplace cette chaîne de cœurs rudimentaires qui chez les plus humbles forment le vaisseau sanguin dorsal et qui atteignent chez certaine espèce au nombre de cent soixante : c'est là une vérité non moins importante pour qui veut comprendre l'histoire de l'évolution, que cette autre, la formation d'une surface respiratoire par le plissement de la peau. Pour bien concevoir la production d'une colonne vertébrale, il faut, outre les distinctions de parties d'où résulte la *corde dorsale*, avec les segments vertébraux y compris, faire entrer en ligne aussi, et peut-être plus encore, la fusion de diverses séries de phénomènes relatifs aux vertèbres, et celle des éléments vertébraux correspon-

dants. Une égale attention est due aux changements par lesquels de plusieurs choses il s'en fait une seule, et à ceux qui d'une seule chose en tirent plusieurs. Évidemment donc, attribuer, comme c'est l'usage, le progrès par développement aux seules distinctions de parties, c'est oublier une moitié de la vérité. Pour exprimer les faits dans leur intégrité, il faut dire que le passage de l'état homogène à l'hétérogène se fait par des distinctions de parties et par des intégrations qui leur sont subordonnées.

Il ne sera pas hors de propos ici de demander ce que signifient ces intégrations. Les faits nous portent à croire qu'elles tiennent en quelque manière à l'identité de fonction. Les huit segments qui se soudent pour faire la tête d'un scolopendre ont pour rôle commun de protéger les ganglions encéphaliques, de fournir un point d'appui solide aux mâchoires, etc.; de même pour les nombreux os qui, en s'unissant, forment le crâne d'un vertébré. Voyez comment se rejoignent en un tout solide les diverses pièces qui forment le bassin d'un mammifère; comment, dans le sacrum de l'oiseau, s'ankylosent de dix à dix-neuf vertèbres : ce sont encore là des faits analogues, et des exemples de l'intégration des parties qui ont à transmettre aux jambes le poids du corps. Chez les mammifères à sabots, dont les membres, grâce à la façon de vivre de l'animal, n'ont pas à exécuter de mouvement de rotation, le tibia est soudé plus ou moins complètement avec le péroné, et le radius avec le cubitus : c'est encore un fait qui a le même sens. Tous les exemples de tout à l'heure : la fusion des ganglions; les nombreux sacs sanguins à battements que remplacent quel-

ques sacs, puis un seul; l'union des deux utérus en un seul, tous ces faits enferment la même conclusion. Que, pour arriver à s'intégrer, les parties, adjacentes et chargées des mêmes fonctions, aient à croître continuellement jusqu'à ce qu'elles finissent par se trouver en contact, comme il arrive parfois; que ces parties, comme dans certains cas, se rapprochent effectivement avant de s'unir; ou qu'enfin, comme en d'autres occasions, l'intégration se fasse indirectement, l'un des organes similaires ou un groupe de ces organes venant à remplir une partie de plus en plus importante de la fonction commune, et par là à s'accroître, au lieu que les autres faiblissent et disparaissent; il n'en est pas moins vrai, dans tous ces cas, que les parties de fonction identique tendent à s'unir.

Cette tendance est toutefois soumise à des conditions qui en limitent l'effet; et par là s'expliquent certaines exceptions apparentes. Prenons quelques exemples. Chez le fœtus humain, les yeux sont, comme chez les vertébrés inférieurs, placés des deux côtés de la tête. Au cours de son développement, leurs positions relatives se rapprochent, et, lors de la naissance, ils sont placés de face; mais pourtant ils sont alors encore, chez l'enfant européen, proportionnellement plus éloignés qu'ils ne seront plus tard, et, chez le sauvage adulte, ils demeurent en cet état. Seulement, il n'y a pas d'indice que ce rapprochement doive se poursuivre. Et on en peut donner deux raisons qui se présentent d'elles-mêmes. Les deux yeux ont une fonction commune, en tant qu'ils sont dirigés vers un même objet : et, à cet égard, ils tendent à se confondre. Mais ils sont aussi dirigés vers les deux côtés opposés du même objet : à cet égard, ils ont

des fonctions différentes et tendent à demeurer distincts; et peut-être leur position finale est-elle déterminée par l'équilibre de ces deux tendances contraires. Toutefois le fait s'explique d'une façon plus probable par la résistance des organes intermédiaires, qui s'opposent à un rapprochement plus complet. Car, pour permettre aux orbites des yeux de devenir plus voisines, les fosses nasales devraient diminuer de volume; or celles-ci n'ont sans doute pas une grandeur supérieure à ce qu'exige leur activité fonctionnelle, et, pour cette raison, elles ne peuvent diminuer. De même, quand on suit les organes de l'odorat à travers les espèces, depuis les poissons [1], les reptiles, les mammifères ongulés et onguiculés, jusqu'à l'homme, on s'aperçoit qu'ils tendent sensiblement à se rapprocher de la ligne médiane; et quand on compare le sauvage avec l'homme civilisé, l'enfant avec l'adulte, on voit que le rapprochement des narines est plus complet chez les individus les plus parfaits de l'espèce. Seulement, comme la cloison qui les sépare a pour fonction d'abord de servir de surface d'évaporation aux larmes sécrétées, puis d'offrir une place pour s'étendre à un nerf auxiliaire des nerfs de l'odorat, elle ne disparaît pas entièrement. Néanmoins ces exemples et d'autres semblables ne sont point contraires à l'hypothèse. Tout ce qu'ils prouvent, c'est que la tendance en question a parfois à lutter contre d'autres. Sous cette réserve, nous pouvons dire que, si les parties se différencient d'après leurs fonctions différentes, il y a de même

1. Il faut faire exception, peut-être, pour les poissons myxinoïdes, chez qui l'organe que l'on regarde comme l'orifice nasal est unique et situé sur la ligne médiane. Mais, à voir combien la position de cet orifice est extraordinaire, on se demande s'il correspond vraiment à nos narines.

un lien entre l'intégration des parties et l'identité des fonctions.

La loi générale du développement de tous les organismes par une série combinée de différenciations et d'intégrations rappelle une autre vérité générale, que les physiologistes ne paraissent pas avoir reconnue. Quand on considère l'ensemble du monde organique, en remontant des formes inférieures aux plus hautes, on voit qu'elles vont révélant non-seulement des différences plus marquées entre leurs parties, mais une distinction plus tranchée entre elles-mêmes et le milieu environnant. On peut se placer à divers points de vue pour examiner cette vérité.

D'abord, elle se montre dans la *structure* des êtres. Un individu ne peut passer de l'état homogène à l'hétérogène, sans se distinguer de plus en plus nettement du règne inorganique. Chez les *protozoaires* inférieurs, ainsi dans cette simple tache gélatineuse, le *protogène*, l'homogénéité est comparable à celle de l'eau ou de la terre; et l'accroissement dans la complexité des structures, qu'on remarque à travers l'échelle des êtres organisés, est aussi un accroissement dans le contraste qu'elles offrent avec le milieu alentour dépourvu de structure.

De même en est-il pour la *forme.* Un caractère universel de toute matière non organisée est l'absence de forme définie; et, quand on compare les organismes inférieurs aux supérieurs, on y trouve la même différence. A parler en gros, les plantes sont, en grandeur et en forme, moins déterminées que les animaux : sous l'influence de leur situation et de leur nourriture,

elles varient entre des limites moins resserrées. Parmi les animaux, les *annelés* ne sont pas seulement dépourvus de structure, mais amorphes : jamais ils n'ont une forme spécifique, et celle qu'ils ont change sans cesse. Quant aux organismes que produisent par leur réunion les êtres semblables aux annelés, si quelques-uns, comme les foraminifères, arrivent à une certaine détermination au moins de la forme de leurs coquilles, d'autres, comme les éponges, sont fort irréguliers. Parmi les zoophytes et les *polyzoaires*, nous trouvons des organismes composés, dont la plupart n'ont pas un mode de croissance plus déterminé que les végétaux. Chez les espèces supérieures, au contraire, ce n'est pas seulement la forme de l'adulte qui est nettement définie : les individus de chaque espèce diffèrent fort peu, même pour la grosseur.

Même contraste croissant en ce qui concerne la composition chimique. A peu d'exceptions près (encore sont-elles incomplètes), les espèces animales et végétales vivent dans l'eau : et l'eau est presque l'unique élément dont elles sont faites. Desséchez un *protophyte* ou un protozoaire : il se raccornit, se réduit à un peu de poussière ; dans un acalèphe, la proportion de la matière solide à l'eau est de quelques grains par livre [1]. Les plantes aquatiques supérieures, semblables en cela aux animaux aquatiques supérieurs, sont d'une substance bien plus tenace, et les éléments organiques y sont en proportion plus grande : ainsi, chimiquement, elles diffèrent davantage de leur milieu. Et si nous passons aux genres supérieurs, aux végétaux et animaux terrestres, ils ont bien peu de ressemblance, aux

1. Quelques décigrammes par kilogramme. (TR.)

yeux du chimiste, avec la terre sur laquelle ils reposent et l'air qui les entoure.

Même remarque pour la *densité spécifique*. Les êtres les plus simples, aussi bien que les spores et gemmules des espèces plus relevées, ont à peu près la densité même de l'eau où ils flottent ; et quant aux êtres aquatiques, si l'on ne peut dire qu'une densité plus grande soit le signe d'une supériorité de tout l'organisme, on peut pourtant fort bien le soutenir, ceux des ordres supérieurs, une fois dépouillés des appareils à l'aide desquels ils règlent leur poids spécifique, diffèrent plus de l'eau en densité que ceux des ordres inférieurs. Chez les organismes terrestres, le contraste devient tout à fait net. Les arbres et les plantes, comme les insectes, les reptiles, les mammifères, les oiseaux, ont tous une densité bien moindre que celle de la terre et bien plus grande que celle de l'air.

S'agit-il de la *température*, la même loi se maintient encore. Les plantes ne dégagent qu'une quantité très-faible de chaleur : pour la révéler, il faut des expériences fort délicates ; et on peut les regarder comme ayant sensiblement une température égale à celle du milieu ambiant. La température des animaux aquatiques dépasse de peu celle de l'eau où ils se trouvent ; celle des invertébrés ne s'élève pas pour la plupart à un degré au-dessus ; celle des poissons ne va pas à plus de deux ou trois degrés au-dessus, si l'on excepte certains grands poissons à sang rouge, comme le thon, pour qui l'excès va à près de dix degrés. Quant aux insectes, la différence en plus, par rapport à l'air, varie de deux à dix degrés, selon l'activité de l'espèce. La chaleur des reptiles dépasse celle du milieu de quatre à

quinze degrés. Mais les mammifères et les oiseaux gardent une température sur laquelle les variations extérieures n'ont presque pas d'effet et qui souvent dépasse celle de l'air de soixante-dix, quatre-vingt, quatre-vingt-dix et même cent degrés [1].

Un progrès analogue dans les différences se remarque en ce qui concerne la *motilité*. La caractéristique spéciale de la matière brute à nos yeux est son inertie : la production d'un mouvement propre, voilà pour nous le signe le plus général de la vie. Négligeons toute cette province frontière qui s'étend entre le règne animal et le végétal; on peut définir en gros les plantes, des organismes capables de cette mobilité particulière que suppose la croissance, et d'autre part incapables de locomotion, et de plus, à part quelques exceptions sans importance, incapables d'imprimer à une de leurs parties un mouvement par rapport aux autres; par là, elles se distinguent moins bien du monde inorganique que les animaux. Si les *protophytes* et les *protozoaires* vivant dans l'eau, spores d'algues, gemmules d'éponges infusoires, en général, se transportent à l'aide de mouvements ciliaires, ce transport rapide, eu égard à leur taille, est lent, à le considérer absolument. Parmi les *célentérés*, beaucoup sont ou attachés à une racine permanente, ou d'ordinaire fixes en place; ainsi, à peine ont-ils une autre mobilité que celle de leurs parties à l'égard les unes des autres; et quant aux autres, dont le poisson-gelée commun nous offre le type, ils n'ont pour la plupart guère de talent à se transporter dans l'eau. Parmi les *invertébrés* supérieurs, par exemple les seiches et les homards, la faculté locomotrice est énergique; et

1. Fahrenheit, c'est-à-dire de 40° à 55° centigrades. (TR.)

les *vertébrés* aquatiques sont, à prendre la classe d'ensemble, bien plus vifs dans leurs mouvements que les autres habitants de l'eau. Mais il faut arriver aux animaux qui respirent l'air pour voir à son plus haut point ce caractère biologique de la motilité. Les insectes qui volent, les mammifères, les oiseaux, voyagent avec une vitesse qui dépasse considérablement celle où parviennent les animaux des classes inférieures, et par là ils tranchent plus fortement sur leur entourage inerte.

Ainsi, quand on suit l'échelle ascendante des diverses formes organisées, on les voit de plus en plus se distinguer de leur milieu inanimé pour la *structure*, la *forme*, la *composition chimique*, la *densité*, la *température*, la *motilité*. Sans doute cette affirmation générale ne se vérifie pas avec une parfaite régularité. Tel organisme, qui tranche fortement sur le monde inorganique environnant à certains égards, s'en distingue moins bien en d'autres sens. Classe pour classe, les mammifères sont au-dessus des oiseaux; pourtant ils ont une température moindre et des facultés locomotrices inférieures. L'huître, qui reste en place, est d'un ordre plus élevé que la méduse, qui nage librement; et la morue, avec son sang froid et sa structure moins hétérogène, a des mouvements plus vifs que le paresseux, malgré son sang chaud et sa structure plus hétérogène. Mais, quand les diverses formes de ce contraste progressif ne garderaient pas toujours entre elles un rapport constant, cela ne porte pas atteinte à la vérité générale que j'ai énoncée. A prendre l'ensemble des faits, on ne peut le nier : dans l'échelle hiérarchique des organismes, chaque degré est marqué par une distinction croissante des parties, et aussi par un contraste

croissant entre l'être et le milieu et qui se manifeste également à l'égard d'autres qualités physiques. Il semblerait qu'entre ce fait spécial et les plus hautes manifestations de la vie il y ait quelque lien nécessaire. Prenez l'un de ces êtres gélatineux, humbles, si transparents et si incolores, qu'on a de la peine à les distinguer de l'eau où ils flottent : il ne ressemble pas davantage à son milieu par les propriétés chimiques, mécaniques, optiques, thermiques et autres, qu'il ne lui ressemble par l'inertie qu'il met à se soumettre à toutes les forces qui l'atteignent ; et de son côté le mammifère ne diffère pas plus de son milieu par ces propriétés, qu'il ne s'en distingue par sa vivacité à répondre aux changements ambiants à l'aide de changements intérieurs compensatoires. De l'un à l'autre extrême, les deux espèces de contraste demeurent en rapport constant. D'où cette conclusion : tant qu'un organisme est physiquement semblable à son milieu, il se borne à participer avec passivité aux changements produits dans ce milieu; à mesure qu'il acquiert le pouvoir de réagir contre ces changements, il se montre plus différent de son milieu.

Jusqu'ici, fidèle à l'usage établi, j'ai traité mon sujet par l'induction ; mais, sur ce point de la biologie et en beaucoup d'autres, on peut aller fort loin avec la méthode déductive. Les vérités d'ensemble dont se compose aujourd'hui la physiologie tant générale que spéciale ont été atteintes *a posteriori;* mais aujourd'hui nous possédons certaines données premières, d'où nous pouvons partir pour suivre notre voie par la méthode *a priori*, jusqu'à rejoindre certaines vérités déjà dé-

couvertes à l'aide de l'observation et de l'expérience, et même jusqu'à en trouver d'autres. Est-il possible d'arriver ainsi à des conclusions *a priori?* C'est ce qu'on va reconnaître en considérant quelques exemples familiers.

Une condition nécessaire de l'activité vitale chez les animaux, c'est, les physiologistes et les chimistes l'ont montré, l'oxydation des tissus. L'oxygène requis à cet effet est emprunté au milieu ambiant qui est l'air ou l'eau, selon le cas. Si l'animal dont il s'agit est un petit protozoaire, il suffit que sa surface extérieure soit en contact avec le milieu oxygéné, et l'oxydation voulue sera assurée; mais, pour un animal de grande taille, chez qui la surface de contact est peu étendue eu égard à la masse, on n'aura par là qu'une faible oxydation. Donc, de deux choses l'une : ou bien cet être volumineux ne recevra d'oxygène que ce qu'en absorbera son tégument, et alors il n'aura qu'une activité vitale médiocre ; ou bien, si la vie est intense en lui, c'est qu'il offrira une surface spéciale, ramifiée et étendue, interne ou externe, et par où se fera une aération suffisante, en un mot un appareil respiratoire. Autrement dit, on peut *a priori* prédire que tout animal actif et d'un volume notable aura des poumons, ou des branchies, ou quelque organe équivalent.

De même pour l'alimentation. Il y a des *entozoaires* qui vivent dans l'intérieur des animaux et qui, baignés sans cesse par des fluides nutritifs, en absorbent à leur suffisance par leurs organes externes ; aussi n'ont-ils pas besoin d'estomac et n'en possèdent-ils pas. Mais tous les autres animaux habitent des milieux qui ne sont pas par eux-mêmes nutritifs et

qui contiennent seulement des masses d'aliments éparses çà et là : il leur faut donc des instruments pour utiliser ces masses d'aliments. Or il ne suffirait évidemment pas d'un simple contact entre un organisme solide et un aliment solide pour produire l'assimilation de ce dernier en un temps raisonnable, ni peut-être même en un temps quelconque. Pour atteindre ce résultat, il faut d'abord un agent qui dissolve ou macère l'aliment, puis une surface développée, propre à recevoir et à boire les produits de la dissolution ; en d'autres termes, il faut une cavité digestive. Ainsi, étant données les conditions ordinaires de la vie animale, on peut en déduire que tout animal vivant dans ces conditions aura un estomac.

Poursuivons notre raisonnement : nous pouvons prévoir qu'il existera chez tout animal d'une taille et d'une vivacité notable, ou un système vasculaire, ou un équivalent. Chez un animal en somme petit et inerte, tel que l'hydre, dont le corps n'est guère qu'un sac avec une double surface limitante, une couche de cellules au dehors pour former la peau, et une au dedans, qui est chargée de l'assimilation, il n'est pas besoin d'un appareil spécial pour distribuer à travers l'organisme la nourriture absorbée : car, ici, qu'est-ce que l'organisme ? Une enveloppe qui enferme la nourriture, presque rien de plus. Mais quand un animal a un volume notable ou une activité telle qu'il dépense et exige beaucoup, ou quand il a les deux, il est clair qu'il lui faut un système de vaisseaux sanguins. Ce n'est pas assez de surfaces d'aération et d'assimilation d'une étendue convenable : car, faute de moyens de transport, les éléments ainsi absorbés ne profiteraient que peu ou pas du tout à l'ensemble du système.

Il faut donc, évidemment, des voies de communication. Chez les *méduses*, nous voyons que ces voies de communication consistent simplement en des canaux qui viennent s'embrancher sur l'estomac et rayonnent de là à travers le corps, celui-ci étant discoïde ; et nous sommes avertis par là, *a priori*, que ces êtres sont relativement inertes, car la nourriture, dont une partie est ainsi distribuée dans l'organisme, est crue et diluée, et on ne voit pas d'appareil convenable pour la maintenir en mouvement. Au contraire, en face d'un animal d'une grandeur notable, qui montre une grande vivacité, on peut *a priori* dire qu'il est pourvu d'un appareil destiné à fournir incessamment à chaque organe de la nourriture concentrée et de l'oxygène, c'est-à-dire d'un système vasculaire animé de pulsations.

Une chose est donc claire : en partant de certaines conditions primitives connues de toute activité vitale, on en peut déduire plusieurs des caractères principaux des corps organisés. Sans doute c'est par induction qu'on a déterminé ces conditions primitives. Mais c'est un point qu'elles ont en commun avec les vérités fondamentales de la science déductive en général : toutes sont les fruits de l'induction. Tout ce que je veux faire voir, c'est qu'étant donnés ces faits premiers de la physiologie, établis par l'induction, on en peut déduire en toute sécurité certaines conclusions générales. En fait d'ailleurs, si la légitimité de ces déductions n'est pas reconnue formellement, chaque physiologiste, dans la pratique, l'admet au fond de lui-même : c'est ce qu'il est aisé de montrer à l'aide de quelques exemples. Supposons qu'un physiologiste rencontre un animal qui produirait des mouvements complexes se coordonnant en

des combinaisons diverses, et qui n'aurait pas de système nerveux : si une chose l'étonnait, ce ne serait pas tant la ruine de cette proposition générale empirique, que tous les animaux ainsi faits ont un système nerveux; ce serait surtout de voir renverser la conclusion qu'il tirait sans réflexion, que tous les êtres capables de mouvements complexes et diversement combinés ont besoin d'un appareil qui « s'entremette » pour les coordonner. S'il rencontrait un animal doué d'une circulation et d'une respiration rapides, mais dont la température serait basse, ce qui l'ébranlerait le plus en cela, ce ne serait pas d'apprendre par là que des transformations rapides de substances n'étaient pas, comme il le croyait d'après les données de la chimie, la cause de la chaleur animale; mais plutôt de voir une exception détruire l'observation, si constamment vérifiée, d'un lien entre ces caractères divers. Il est donc clair que déjà la méthode *a priori* a son rôle dans les raisonnements des physiologistes. Si on ne l'emploie pas ostensiblement à rechercher des vérités nouvelles, du moins chacun y fait appel au dedans de soi pour confirmer certaines vérités découvertes *a posteriori*.

Toutefois, les exemples ci-dessus nous invitent fortement, à mon sens, à nous en servir avec confiance en beaucoup de cas, même comme d'un instrument de recherche. La nécessité d'un système nutritif, d'un système respiratoire, d'un système vasculaire, chez tous les animaux un peu gros et actifs, peut se déduire légitimement, il me semble, des conditions de toute activité vitale prolongée. Étant donnés les résultats de la physique et de la chimie, on en peut déduire ces dispositions

anatomiques aussi sûrement qu'en voyant flotter une balle de fer sur l'eau on la déclare creuse.

Il ne faudrait pas croire cependant qu'à notre avis les vérités plus *spéciales* de physiologie puissent être atteintes par déduction. Notre raisonnement ne va pas si loin. Toute déduction légitime veut des données adéquates ; or, en ce qui concerne les phénomènes *spéciaux* de croissance, de structure et de fonction, les données adéquates sont inaccessibles et le demeureront sans doute toujours. C'est uniquement pour les vérités physiologiques d'ordre plus *général*, comme celles dont on a des exemples plus haut, et pour lesquelles nous avons des données à peu près adéquates, que la déduction devient possible.

Nous voici ainsi amenés au point où je voulais venir : ce qui précède n'est qu'une introduction. Maintenant, notre objet est de montrer que certains attributs des corps organisés, plus généraux encore, peuvent se déduire de certains attributs plus généraux des choses.

J'ai essayé de le faire voir dans un Essai intitulé « Loi et Cause du progrès » , publié d'autre part [1] : si tout progrès, organique ou non, consiste essentiellement dans une transformation de ce qui est homogène en hétérogène, cette transformation a pour principe cette loi, qu'une cause unique produit plusieurs effets, qu'une force unique amène des changements multiples. Après avoir remarqué que cette loi-là s'applique à toutes choses, je me suis mis à prouver par déduction que toutes les évolutions si diverses, astronomiques, géologiques,

1. Voir le premier volume.

ethnologiques, sociales, etc., d'un état homogène à un hétérogène, s'expliquent comme autant de corollaires de cette loi. Quant à celle des corps vivants, faute de données, je ne pus, à vrai dire, montrer directement que là encore le progrès dans la complication a pour principe la multiplication des effets : du moins je réunis diverses preuves indirectes à l'appui de cette thèse. Or, en ramenant ainsi l'évolution des corps vivants à la décomposition de toute force qui se dépense en plusieurs forces, en déduisant cette théorie de la loi générale exposée auparavant, je donnais déjà un échantillon de la physiologie déductive. Je concluais de l'universel au particulier.

Maintenant, mon objet est d'exposer une autre vérité générale, qui a avec la précédente un rapport immédiat; qui, comme la précédente, s'étend à toutes les formes du progrès, et par conséquent au progrès dans les êtres organisés ; qui même, on peut l'admettre, a le pas sur la précédente, par rang d'âge, sinon par rang d'universalité. La voici : *L'état d'homogénéité est un état d'équilibre instable.*

Équilibre instable est un terme de mécanique pour exprimer une combinaison de forces qui se contrebalancent en telle manière, que l'intervention de toute force étrangère, si petite qu'elle soit, détruirait l'arrangement préexistant et y en substituerait un tout différent. Ainsi un bâton posé d'aplomb sur un de ses bouts est en équilibre instable : on a beau le placer dans une position exactement perpendiculaire, il se met aussitôt, avec une vitesse d'abord imperceptible, à s'incliner d'un côté, puis il tombe de plus en plus rapidement dans une autre situation. Au contraire, un bâton suspendu par son extrémité

supérieure est en équilibre stable : on a beau le déranger de sa position, il y revient. Notre pensée est donc que l'état d'homogénéité, pareil à celui du bâton planté sur un bout, ne peut se maintenir, et que de là résulte nécessairement un premier pas vers l'hétérogénéité. Prenons quelques exemples.

Dans l'ordre mécanique, le plus familier est celui de la balance. Quand une balance est bien faite et que ses oscillations ne sont pas entravées par la crasse ou la rouille, il est impossible d'en maintenir les plateaux en équilibre exact : l'un finira par monter et l'autre par descendre ; leurs positions relatives deviendront hétérogènes. De même, si sur la surface d'un liquide on sème un certain nombre de particules solides d'égal volume et aptes à s'attirer entre elles, si uniforme qu'en soit la distribution, elles se ramasseront peu à peu en un ou plusieurs groupes. S'il était possible d'obtenir une masse d'eau parfaitement homogène, c'est-à-dire en repos parfait, et également dense en tous ses points, la chaleur rayonnée des corps environnants, en affectant diversement ses diverses parties, y produirait des différences de densité, et par là des courants : ce serait déjà de l'hétérogénéité. Prenez un corps chauffé au rouge ; si égale qu'ait pu être d'abord sa température, elle cessera de l'être : l'extérieur, se refroidissant plus vite que le dedans, aura bientôt une température différente. Et si l'apparition de l'hétérogénéité quant à la température est tout à fait visible dans ce cas extrême, elle se produit, avec plus ou moins de force, dans tous les cas possibles. Les forces chimiques et leur manière d'agir nous fournissent d'autres exemples. Exposez à l'air ou à l'eau un morceau de métal, et à la longue

il se revêtira d'une pellicule d'oxyde, ou de carbonate, ou de quelque autre composé : ainsi les parties extérieures cesseront d'être semblables à l'intérieur. Bref, toute masse homogène de matière tend à perdre son équilibre d'une façon ou de l'autre, à l'égard de son état soit mécanique, soit chimique, soit thermique, soit électrique ; et, quant à la rapidité qu'elle met à arriver à un état d'hétérogénéité, c'est simplement affaire de temps et de circonstances. Les corps sociaux ne se conforment pas moins constamment à la même loi. Donnez aux membres d'une société l'égalité de richesse, de situation, de pouvoir ; tout aussitôt ils retomberont dans des inégalités. Qu'il s'agisse d'une assemblée de représentants, d'un conseil de chemin de fer ou d'une association privée, l'homogénéité pourra bien subsister de nom ; en fait, elle disparaîtra inévitablement.

L'instabilité de l'homogène, ainsi mise en lumière par divers exemples, devient plus manifeste encore par l'analyse. Elle a pour principe ce fait que, dans toute masse homogène, les parties diverses sont nécessairement exposées à des actions différentes, différentes en espèce ou en intensité ; par suite, elles sont modifiées de façons diverses. Selon qu'une partie est intérieure ou extérieure, plus ou moins rapprochée des sources d'où partent les influences avoisinantes, les actions qu'elle reçoit diffèrent par la quantité ou par la qualité, ou par l'une ou l'autre ; et, comme corollaire de la loi de « la conservation de la force », il s'ensuit que les parties ainsi exposées à des actions différentes subiront des changements dissemblables. Ainsi on peut montrer par déduction comme par induction l'instabilité d'équilibre de toute masse homogène.

Appliquons maintenant cette vérité générale à l'évolution des êtres organisés. Le germe d'une plante ou d'un animal est une de ces masses homogènes dont l'équilibre est instable. Mais, outre l'instabilité ordinaire de toute masse homogène, il en a une aure. En effet, il est fait d'unités qui elles-mêmes ont pour caractère une instabilité spéciale. Les atomes constituant des substances organiques se font remarquer par la faiblesse des affinités qui maintiennent leurs éléments ensemble : ils sont fort sensibles à la chaleur, à la lumière, à l'électricité, à l'action chimique des éléments étrangers ; en d'autres termes, ils sont particulièrement exposés à être modifiés par des forces perturbatrices. D'où il suit *a priori* qu'une masse homogène faite d'atomes aussi instables aura une tendance excessive à perdre son équilibre, une disposition tout à fait à part à tomber dans un état non homogène : elle gravitera avec vitesse vers l'hétérogénéité.

D'ailleurs, le même phénomène se reproduira dans chacun des groupes d'unités organiques subordonnés au premier et que les forces incidentes auront différenciés entre eux. Chacun de ces groupes, semblable en cela au premier, obéira peu à peu aux actions que le sollicitent et perdra l'équilibre de ses parties : il passera d'un état d'uniformité à un état de diversité. Et ainsi de suite, sans trêve.

Ainsi, partant des lois générales de toutes choses, et des propriétés chimiques reconnues de la matière organique, on peut arriver par déduction à dire que les germes homogènes des êtres organisés ont un penchant à tomber dans un état hétérogène : cet état peut d'ailleurs être ce que nous nom-

mons décomposition, ou ce que nous nommons organisation.

Jusqu'ici, nous n'atteignons qu'une conclusion de l'ordre le plus général. Tout ce que nous voyons, c'est qu'il se produira inévitablement *quelque* espèce d'hétérogénéité; mais *quelle* espèce? Rien encore ne nous l'indique. Outre cette hétérogénéité *ordonnée* qui distingue les organismes, il y a l'hétérogénéité *désordonnée* ou *chaotique*, où tombe une masse de matière inorganique laissée à elle-même; et, jusqu'à présent, nous ne voyons pas de raison pour que le germe homogène d'une plante ou d'un animal ne tombe pas dans l'hétérogénéité désordonnée plutôt qu'ordonnée. Ne pourrait-on pas jeter quelque lumière sur ce point en poussant plus loin le raisonnement de tout à l'heure? Essayons.

Nous l'avons vu, l'instabilité des masses homogènes en général, et en particulier des corps organiques, tient à la différence, tant en espèce qu'en degré, de l'action des forces incidentes sur leurs diverses parties; soumises à des influences diverses, elles se diversifient. Evidemment donc, pour analyser les changements particuliers que subit un germe, il faut consulter les relations propres que ses diverses parties soutiennent entre elles et avec leur entourage. Le principe capital de toute organisation, nous pouvons le deviner malgré l'obscurité qui l'enveloppe; le voici : les nombreuses unités semblables qui composent un germe acquièrent telles différences, et de telles espèces et tels degrés, qu'il résulte de leurs positions respectives. Mais précisons.

Soit une masse de matière non organisée, mais capable d'organisation : par exemple l'un des êtres vivants les plus humbles, ou le germe d'un vivant supérieur. Voyons son entourage. Il est baigné dans l'eau ou dans l'air ; ou bien il est enfermé dans le corps de la mère. Mais, en toute situation, ses parties intérieures et extérieures ont avec les agents environnants, nourriture, oxygène, stimulants divers, des rapports différents. Ce n'est pas tout. Qu'il repose immobile au fond de l'eau ou sur la feuille d'une plante ; qu'il se meuve dans l'eau tout en conservant une attitude déterminée ; ou qu'il soit dans l'intérieur du corps d'un adulte ; en tout cas, certaines parties de sa surface sont plus exposées que d'autres aux agents environnants, que ces agents soient la lumière, la chaleur, l'oxygène, ou bien les tissus maternels avec leur contenu. Il n'échappera donc pas à la perte de son équilibre primitif. Il peut le perdre de deux façons. Ou bien les forces perturbatrices seront capables de triompher de l'affinité des éléments organiques, et le résultat sera cette hétérogénéité chaotique qu'on nomme décomposition. Ou bien, comme c'est le cas ordinaire, les changements qu'il subira ne seront pas de nature à détruire les composés organiques, mais seulement à les modifier. De là ces premières distinctions de parties qui sont le commencement de l'organisation. Du point de vue où nous sommes ainsi arrivés, examinons quelques cas, mais en négligeant provisoirement la tendance des êtres à reproduire le type héréditaire.

Considérons d'abord les cas qui semblent faire exception, comme celui des *amèbes*. Chez ces êtres et les analogues, la

substance gélatineuse du corps demeure, toute la vie durant, sans organisation, ne subit pas de distinction permanente de parties. Ce fait semble en opposition directe avec notre conclusion ; il en est une des preuves les plus décisives. Quel est le trait distinctif de cette classe de *protozoaires?* Les individus y subissent des changements continuels et sans règle dans leur forme; leurs parties n'ont pas de relations constantes. Telle portion qui tout à l'heure était à l'intérieur est maintenant projetée, et comme un membre temporaire s'attache au premier objet qu'elle vient à toucher. Telle partie en ce moment-ci superficielle va être résorbée, avec l'atome de nourriture qui y est collé, jusqu'au centre de la masse. Ainsi c'est un échange incessant de positions ; les relations exprimées par ces mots : intérieur, extérieur, n'ont rien de permanent. Or, dans l'hypothèse, c'est seulement grâce à la diversité des situations qu'elles occupent par rapport aux forces incidentes, que les unités d'une masse vivante deviennent, de semblables qu'elles étaient, dissemblables. Nous ne pouvons donc pas espérer qu'il s'établisse des distinctions de parties dans des êtres dont les parties n'offrent pas des différences déterminées quant à leurs positions.

Cet argument négatif est fortifié par une quantité d'arguments positifs. Si de ces êtres protéiformes, simples taches de gelée vivante, nous arrivons à des organismes dont la substance a une distribution stable, nous voyons aux différences dans les positions relatives répondre des différences dans les tissus. Chez tous les *protozoaires* supérieurs, comme aussi chez les *protophytes*, nous rencontrons une division fondamentale :

on y distingue une membrane cellulaire et un contenu cellulaire, ce qui correspond à une distinction fondamentale entre deux conditions, celle du dehors et celle du dedans. Quittons ces organismes, qu'on réunit en gros sous le nom d'unicellulaires ; arrivons aux plus humbles de ceux qui sont formés de cellules réunies : là aussi, nous constatons une liaison entre les différences anatomiques et les différences de situation. Dans l'éponge, qui est traversée en tous sens par des courants d'eau de mer, il n'y a pas plus d'organisation définie que de dissemblance dans les conditions des parties. Mais chez les *Thalassicolles*, sorte de corps transparents, incolores, qu'on voit flotter passivement à la surface de la mer, et qui sont formés essentiellement « d'une masse de cellules réunies par une gelée », on remarque une structure grossière, déterminée visiblement par la différence toute primitive du centre de la surface ; dans toutes les variétés de l'espèce, qui sont nombreuses et importantes, les parties offrent un arrangement plus ou moins parfaitement concentrique.

Après cette modification primitive, qui distingue les tissus en intérieurs et extérieurs, il en vient aussitôt une autre, qui, pour la constance et l'importance, ne le cède qu'à la première : celle qui distingue une partie des tissus extérieurs d'avec le reste. Elle répond à un fait un peu près universel : qu'il y a toujours une partie de ces tissus qui est plus exposée que le reste à certaines influences ambiantes. Ici encore, les exceptions apparentes ont un très-grand sens. Certains d'entre les organismes végétaux les plus humbles, comme les *hématococcus* et les *protococcus*, étant enveloppés uniformément de

mucus, ou ensevelis dans la neige du pôle nord, ont une surface sans accidents, parce que les différents points n'en sont pas exposés à des conditions constamment différentes. Les *Thalassicolles*, dont j'ai déjà parlé, qui flottent dans l'eau sans se fixer et qui se laissent rouler par les vagues, présentent successivement tous leurs côtés aux mêmes influences; aussi tous leurs côtés sont-ils semblables. Des globules armés de cils, comme le *volvox*, n'ont aucune partie de leur périphérie qui se distingue du reste; et l'on ne pouvait s'attendre à autre chose; car, comme ils vont roulant dans toutes les directions, ils ne peuvent, dans l'eau qu'ils traversent, exposer une de leurs parties d'une façon constante à certaines conditions spéciales. Mais chez les êtres qui sont fixes ou qui, dans leur translation, gardent une attitude déterminée, nous ne trouvons plus cette surface uniforme. La gemmule d'un zoophyte, tant qu'elle se transporte, n'offre que deux sortes de tissus, ceux du dehors et ceux du dedans; mais elle n'a pas plus tôt pris racine, que déjà l'extrémité inférieure acquiert une structure différente de celle de l'autre. L'embryon d'un annélide aquatique, qui nage en liberté, est ovoïde, et n'a pas de cils sur toute sa surface; aussi s'avance-t-il en présentant un de ses deux bouts; et ses parties se différencient conformément aux différentes situations qu'elles occupent ainsi.

Le même principe qui règle ainsi la vie des êtres les plus humbles préside au développement des plus élevés; ici, à vrai dire, il disparaît bientôt devant la tendance à reproduire le type héréditaire; et on ne peut en suivre les effets bien loin. Toutefois, son empire est visible encore durant ces premières

périodes, où les organismes supérieurs imitent les inférieurs. Ainsi cette masse de cellules, « en forme de mûre », qui est la première forme de l'œuf fécondé chez les vertébrés, fait bientôt paraître une différence entre ses parties extérieures et intérieures, et cette différence répond à la différence fondamentale des deux situations. Les cellules de la périphérie se développent d'abord plus complètement que celles du dedans, puis se soudent en une membrane qui enferme le reste ; puis les cellules placées immédiatement au-dessous s'unissent aux précédentes et augmentent l'épaisseur de la membrane germinative, tandis que les cellules du milieu se liquéfient. Ensuite, une partie de la membrane germinative se distingue et devient la tache germinative ; je ne vais pas jusqu'à dire que l'origine de cette tache s'explique par la diversité des rapports que les différentes parties de la membrane soutiennent avec l'entourage, mais il y a pourtant là, bien manifestement, une cause de trouble, qui tend à détruire l'homogénéité première de la membrane germinative. En outre, cette membrane peu à peu se partage en deux feuillets, l'un interne, l'autre externe ; l'un en contact avec la partie liquide du noyau, l'autre exposé aux fluides ambiants : et de là des différences dans leur structure, qui correspondent nettement aux différences de leurs relations. Puis entre ces feuillets, qu'on a appelés le muqueux et le séreux, apparaît le feuillet vasculaire : et ce fait s'explique comme les précédents. Dans cette complication, dans les autres, si variées déjà, qui se montrent alors, nous voyons l'intervention commençante de cette loi générale, des effets multiples découlant d'une cause unique, à laquelle ailleurs j'ai attribué

l'accroissement de l'hétérogénéité [1]; et, de plus, cette multiplication des effets contribue aux phénomènes que je suis en train de décrire : chaque partie nouvellement distinguée devient le centre d'une influence nouvelle, qui s'exerce à des degrés divers sur toutes les autres parties.

Ainsi, bornant nos remarques aux faits les plus généraux du développement des êtres organisés, nous croyons avoir jeté par là quelque lumière sur ces questions. L'équilibre instable d'un germe homogène sera détruit par la diversité d'exposition de ses différentes parties à l'égard des agents extérieurs : cela se déduit *a priori*. Et c'est aussi, semble-t-il, une conclusion déduite *a priori*, que les unités exposées ainsi à des influences diverses devront ou se décomposer, ou subir dans leur nature des modifications qui les mettent à même de vivre chacune dans les circonstances qui lui sont imposées. En d'autres termes, *elles devront s'accommoder à leur condition*. — Même, nous aurions presque pu tirer cette conclusion sans passer par la série de raisonnements qui précède. Les unités organiques de la surface (qu'il s'agisse des cellules extérieures du « corps en forme de mûre », ou des molécules extérieures d'une cellule particulière) doivent adopter la fonction que leur impose leur position, et par suite prendre telle structure qu'il convient pour l'accomplissement de cette fonction. C'est à travers la couche d'unités organiques qui est en contact direct avec le jaune que se fera l'assimilation du jaune; ces unités devront donc s'adapter au rôle d'appareil assimilateur. C'est, semble-t-il, sous cette condition seule que le progrès de l'organisation

1. Voir l'Essai intitulé : *Loi et cause du progrès*, 1er vol.

devient possible. Parmi les animaux (la comparaison est presque légitime), parfois une race-mère multiplie, se répand en différentes régions et, s'adaptant à des conditions diverses, se divise en plusieurs races ; de même, tout ce peuple, d'abord homogène, de cellules qui naissent dans une cellule germinative fécondée, se divise en divers peuples de cellules qui, en vertu de la dissemblance de leurs milieux, deviennent dissemblables.

En outre, c'est un fait à remarquer, et qui est encore en faveur de notre thèse, qu'elle trouve ses applications les plus claires et les plus nombreuses dans les cas les plus simples et les plus généraux, c'est-à-dire où les phénomènes sont les moins embrouillés : je veux dire dans la formation des cellules particulières. L'apparition, dans le blastème, de points organisés autour des nucléus, qui est déterminée en quelque manière par une influence rayonnante de ces nucléus, justifie manifestement la loi : car les parties du blastème qui sont au contact du nucléus sont ainsi soumises à d'autres circonstances que le reste. Un autre exemple, et d'espèce semblable, c'est la formation d'une membrane autour de chacune des masses granuleuses que donne en se divisant le globe graisseux (endochrome) d'une cellule. Et si l'on vérifiait le fait, qu'on a cru récemment observer, de cellules apparaissant parfois sur le pourtour des sillons d'une masse de substance prête à s'organiser, ce serait encore une confirmation de la loi : car les parties qui forment le pourtour de ces espaces vides sont exposées à d'autres influences que le reste. Si donc nous suivons bien nettement les effets de cette loi de transformation dans ces phénomènes

primordiaux, comme aussi dans les phénomènes plus complexes et toutefois analogues que présentent les premières modifications d'un œuf, nous avons là une forte raison de regarder cette loi comme fondamentale.

Mais, je l'ai déjà fait entendre à plusieurs reprises, ce principe, sous la forme simple où il est présenté ici, ne nous donne pas la clef des détails mêmes de tout développement organique. Il est tout à fait impuissant à expliquer les traits propres à chaque genre et espèce ; et même il ne nous éclaire pas davantage sur ces différences plus importantes qui distinguent entre eux les familles et les ordres. Pourquoi deux œufs, exposés dans une même mare et de la même façon, donneront-ils, l'un un poisson, l'autre un reptile? C'est ce qu'il ne nous dit pas. Pourquoi, deux œufs étant placés sous la même poule, sortira-t-il, de l'un un caneton, de l'autre un poulet? C'est ce que n'explique pas l'hypothèse ci-dessus développée. Nous n'avons pas d'autre ressource que d'en revenir au principe, lui-même inexpliqué, de la transmission par hérédité. Ce pouvoir d'un germe sans organisation, de donner en se développant un adulte qui reproduira jusque dans le plus petit détail les traits de ses ancêtres, et cela même après avoir été placé dans des conditions différentes de celles où vivaient ces ancêtres, est pour nous incompréhensible. Voilà une portion microscopique de matière qui paraît dépourvue de structure : en elle réside une force telle que l'homme qui en viendra sera cinquante ans après goutteux ou fou : c'est là une vérité, mais qui serait incroyable si nous n'en avions chaque jour des exemples. Toutefois, si le *procédé* par lequel se transmet héréditairement

et dans toutes ses complications la ressemblance est un mystère qui passe notre intelligence, on peut bien concevoir qu'elle se transmet conformément à la loi d'adaptation ci-dessus exposée ; et nous ne sommes pas sans avoir des raisons de le croire. Certains traits particuliers, acquis en vertu de l'accommodation de la constitution de l'animal à son milieu, se transmettent à sa race : c'est là un fait reconnu. Ces particularités consistent en des différences de structure ou de composition, qui affectent un ou plusieurs des tissus de l'organisme. En d'autres termes, de toutes les unités organiques similaires qui composent un germe, tel groupe qui travaillera à produire tel tissu particulier prendra précisément la nature que les tissus analogues avaient reçue chez les parents, grâce à l'action de circonstances particulières. C'est là, nous le savons, une loi générale de toute modification dans les êtres organisés. En outre, c'est là l'*unique* loi relative à ces modifications dont nous ayons quelque trace probante. Il n'est donc pas impossible qu'elle soit à cet égard la loi universelle : alors elle ne s'appliquerait pas seulement à ces modifications secondaires que les descendants reçoivent de leurs parents en héritage, mais aussi à ces modifications plus importantes, signes distinctifs de l'espèce, du genre, de l'ordre, de la classe, signes que ces groupes d'êtres héritent des races précédentes. Ainsi *il se peut* que la loi d'adaptation soit la seule loi; elle s'étendrait non-seulement à la division de chaque race d'êtres organisés en plusieurs races, mais aussi à la division d'une de ces races d'unités organiques qu'on nomme un germe en ces races diverses d'unités organiques dont se compose un adulte. Ainsi

entendu, le développement de tout organisme comprendrait deux facteurs : l'adaptation directe des divers éléments de l'organisme à leurs conditions diverses, puis la reproduction de caractères qui eux-mêmes seraient nés chez ses ancêtres par une adaptation analogue des éléments au milieu.

Mais notre raisonnement ne nous engage pas nécessairement dans des spéculations aussi lointaines : si nous les mentionnons, c'est qu'il nous les suggère, non qu'il nous les impose. Tout ce que nous avons à montrer ici, c'est que la méthode déductive nous aide à interpréter certains des phénomènes les plus généraux de tout développement : et nous croyons y avoir réussi. Tout composé homogène est en équilibre instable, c'est là une vérité universelle; et l'instabilité de tout germe organique s'en déduit. De la sensibilité bien connue des composés organiques à l'égard des forces perturbatrices, chimiques, thermiques et autres, nous concluons encore à l'instabilité *extraordinaire* de tout germe organique : la tendance de ces germes à tomber dans un état hétérogène devra dépasser grandement celle des autres composés homogènes. En suivant le même raisonnement, nous sommes amenés à une autre conclusion encore : c'est que les parties distinctes qui dès le commencement se manifestent dans un germe, étant toutes en équilibre instable, sont pareillement prêtes à subir de nouveaux changements; et ainsi de suite, sans terme. Parmi nos conclusions *à priori*, nous trouvons aussi celle-ci : de même qu'en d'autres cas la destruction de l'homogénéité est due aux différences d'intensité et de nature qui distinguent les forces agissant sur les parties diverses du tout, de même ici la pre-

mière cause de la distinction des parties est la diversité de leurs conditions. Ajoutons un point encore : comme les changements subis respectivement par les différentes parties sous ces influences diverses sont de nature à n'y pas détruire l'activité vitale, ils doivent avoir pour effet de faire que cette activité se subordonne aux forces incidentes : ils méritent le nom d'accommodation ; et, en un sens, on en peut dire autant de tous les changements ultérieurs. Ainsi la déduction nous fait pénétrer profondément dans les procédés par lesquels s'organisent les corps. Si impuissants que nous soyons aujourd'hui, et sans doute pour jamais, à comprendre comment un germe arrive à prendre la forme spéciale à sa race, nous pouvons pourtant comprendre les principes généraux qui président à ses premières modifications ; et, à cause de l'unité de plan qui éclate aux yeux dans toute la nature, nous pouvons soupçonner que ces principes président aussi à toutes les modifications ultérieures.

Aujourd'hui se poursuit entre physiologistes une controverse qui ouvre un nouveau champ à l'application de la méthode déductive. C'est une question de savoir si, entre les diverses parties d'un organisme, il existe, ou non, une *corrélation nécessaire ;* on peut, je crois, la résoudre *a priori.*

Cuvier, qui le premier affirma l'existence de cette corrélation nécessaire, disait en avoir fait la base de ses reconstructions d'animaux éteints. Geoffroy Saint-Hilaire et de Blainville, placés à des points de vue différents d'ailleurs, contestèrent l'hypothèse de Cuvier; et cette discussion, qui tire quelque

intérêt de l'importance qu'elle a pour la paléontologie, a été reprise récemment, sous une forme un peu modifiée : MM. les professeurs Huxley et Owen ont l'un attaqué et l'autre défendu l'hypothèse.

Cuvier dit : « L'anatomie comparée est en possession d'un principe qu'il suffit de développer convenablement pour dissiper toutes les difficultés : c'est le principe de la corrélation des formes dans les êtres organisés, grâce auquel on peut, à la rigueur, reconnaître chaque espèce d'êtres organisés à un fragment de l'une de ses parties. Tout être organisé est un ensemble, un système simple et complet, dont les parties se correspondent et par leur action réciproque concourent à une même fin déterminée. On ne peut changer une de ces parties sans affecter les autres; et, par suite, chacune d'elles, prise à part, indique et donne le reste. » Là-dessus, il cite divers exemples : il montre que la forme d'une dent destinée à mâcher de la chair exige une certaine action de la mâchoire, et par suite une forme spéciale de son condyle; qu'il y faut aussi joindre des membres capables de saisir et de retenir la proie; par suite, des griffes, une certaine structure des os des pattes, une certaine forme de l'omoplate, et il termine en disant : « La griffe, l'omoplate, le condyle, le fémur et tous les autres os, pris séparément, donneront la dent ou toute autre partie; et, en commençant par l'une quelconque d'entre elles, celui qui a une conception rationnelle des lois de l'économie organique pourrait reconstruire l'animal en son entier. »

La méthode de reconstruction dont il s'agit ici se fonde, on le verra, sur la liaison, nécessaire au point de vue physiolo-

gique, de ces divers caractères entre eux. L'argument de Cuvier ne consiste pas à dire : Une omoplate de telle forme peut être rapportée à un mammifère carnivore, parce que tous les mammifères carnivores à nous connus possèdent *en fait* de telles omoplates; mais bien : parce qu'ils *doivent* les avoir ainsi faites; parce que le mode de vie des carnivores serait impossible sans cela. Et, dans le passage cité, Cuvier affirme que le même rapport nécessaire, si manifeste, selon lui, dans de pareils cas, se soutient entre toutes les parties du système : il admet d'ailleurs que, par suite de l'imperfection de nos connaissances en physiologie, bien souvent nous sommes impuissants à découvrir ce lien nécessaire, et réduits ainsi à fonder nos inductions sur des relations observées, dont la raison nous échappe, mais qui nous paraissent constantes.

Or M. le professeur Huxley a fait voir récemment deux choses : d'abord, que la méthode empirique, introduite par Cuvier à titre secondaire et pour servir d'auxiliaire, sans plus, à la méthode rationnelle, est au fond celle dont Cuvier usait couramment, tandis qu'en pratique la méthode dite rationnelle restait à l'état de lettre morte; et ensuite, que Cuvier lui-même a plus d'une fois reconnu le caractère impraticable de la méthode rationnelle, au point de renoncer indirectement à y voir une méthode. Le professeur Huxley va plus loin et soutient que la loi de corrélation nécessaire dont il s'agit n'est pas vraie. Il reconnaît bien la dépendance physiologique des parties entre elles, mais il refuse d'admettre qu'elle soit de nature à ne pouvoir être autre qu'elle n'est. « Ainsi les dents du lion et son estomac sont dans une relation telle, que l'un

est propre à digérer les aliments même que les autres sont propres à broyer ; entre eux, il y a une corrélation physiologique; mais affirmer que c'est là une corrélation physiologique nécessaire, c'est-à-dire que nulle autre disposition n'aurait pu mettre aussi bien l'animal à même de vivre de chair fraîche, c'est ce que nous n'avons pas de raison de faire. Les dents auraient pu être fort différentes pour le nombre et la forme de ce que nous les savons être, et la structure de l'estomac aurait pu être profondément modifiée, sans que les fonctions de ces organes eussent été moins bien remplies. »

Ceci suffira pour donner aux lecteurs une idée de l'état actuel de la controverse. Notre objet ici n'est pas de nous étendre davantage sur les preuves alléguées de part et d'autre; tout ce que nous voulons, c'est de faire voir que la question peut se traiter par la déduction. Mais, auparavant, il nous faut indiquer brièvement deux points qui s'y rattachent indistinctement.

Dans sa défense de la doctrine de Cuvier, le professeur Owen use de l'argument dit *odium theologicum*. Ses adversaires, à l'en croire, « insinuent et prêchent sous le masque une doctrine qui renverse la croyance à l'Esprit Suprême. » Or, sans rechercher ici s'il est bien légitime de préjuger ainsi un point de science, il nous semble que l'accusation vient assez mal à propos. Qu'y a-t-il dans l'hypothèse de la corrélation *nécessaire* qui ne soit pas dans celle de la corrélation *de fait* et qui s'accorde particulièrement avec le théisme ? La persistance d'un lien nécessaire, soit dans les successions, soit dans les concomitances de faits, est regardée généralement plutôt comme

une dérogation au pouvoir divin. Cuvier dit : « Aucune de ces parties ne peut être changée, que les autres n'en soient affectées; et, par suite, chacune, prise à part, indique et donne le reste. » En d'autres termes, dans la nature des choses, la corrélation *n'aurait pu* être différente. Au contraire, selon le professeur Huxley, nous n'avons pas de preuve qu'il *n'aurait pu* en être autrement, et, au rebours, nous avons de fortes raisons de penser que les mêmes fins physiologiques auraient pu être atteintes différemment. La première doctrine mesure les possibilités au Créateur; la seconde rejette toutes ces limites supposées par l'autre. Des deux, quelle est la plus exposée au reproche d'athéisme dissimulé?

Quant à l'autre point dont j'ai parlé, je penche pour l'opinion du professeur Owen. Je m'accorde avec lui à croire qu'une liaison rationnelle, au sens le plus élevé du mot, quand on peut l'établir, offre un appui bien plus solide à la déduction que non pas une liaison empirique, vérifiée uniquement par des observations accumulées. Bien entendu, par corrélation nécessaire, nous n'entendons pas une corrélation où nous pourrions découvrir ou croire découvrir un dessein, mais une corrélation dont la contradictoire soit inconcevable : et c'est bien là l'espèce de corrélation dont il s'agit dans la loi de Cuvier. Eh bien! à ce compte, la corrélation nous est connue avec plus de certitude par là que par la simple induction. A notre avis, le professeur Huxley, empressé à fuir cette erreur, de faire de la pensée la mesure des choses, ne se représente pas suffisamment un fait : c'est que notre idée de la nécessité est déterminée en nous par une certaine uniformité absolue qui se retrouve dans

nos expériences de tout genre; d'où il suit que, pour une corrélation organique, de ne pouvoir être conçue autre qu'elle n'est, cela revient à avoir pour garantie une induction bien supérieure en étendue à la simple observation des êtres organisés. Seulement, en réalité, il y a bien peu de corrélations organiques dont la contradictoire soit inconcevable. Qu'on trouve le crâne, les vertèbres, les côtes et les phalanges de quelque animal terrestre de la grosseur de l'éléphant; assurément, on sera sûr que les jambes de cet animal étaient d'une taille considérable, qu'elles étaient bien plus grandes que celles d'un rat; et la raison que nous avons de croire à la nécessité de cette corrélation, ce n'est pas seulement l'ensemble de nos expériences sur les êtres organisés, mais toutes nos observations de mécanique touchant les masses et leurs supports. Toutefois, outre que les relations physiologiques vraiment dignes de ce nom sont fort rares, cette méthode a ses périls : elle nous expose à envelopper dans la classe des corrélations vraiment nécessaires des rapports qui ne le sont pas. Par exemple, l'œil semblerait être en corrélation nécessaire avec la surface du corps. La fonction de l'œil étant la vision, qui réclame la présence de la lumière, tout œil, aurait-on pu supposer, doit être placé à l'extérieur. C'est pourtant un fait que chez certains animaux, les *cirrhopodes* par exemple, les yeux (des yeux peut-être fort insuffisants d'ailleurs) sont enfoncés profondément dans la substance du corps. De même, on eût pu croire à une relation nécessaire, chez les mammifères, entre les dimensions de l'utérus et celles du bassin. *A priori*, on eût jugé impossible que chez aucune espèce on pût trouver

un utérus bien développé, contenant un fœtus arrivé à sa pleine croissance, avec un bassin dont l'arcade est trop petite pour laisser passer le fœtus. Et, si le seul mammifère ayant une arcade pelvienne très-petite était un fossile, on en aurait conclu, selon la méthode de Cuvier, que le fœtus devait être expulsé dans un état fort rudimentaire, et que l'utérus était, proportion gardée, petit. Mais il se trouve qu'il existe un mammifère vivant doué d'une arcade pelvienne très-étroite, la taupe : et il nous offre un fait qui nous épargne cette conclusion fausse. Le fait peut sembler anormal, mais le petit de la taupe n'est pas du tout expulsé à travers l'arcade pelvienne : il passe du côté opposé ! Ainsi, tout en reconnaissant que certaines corrélations physiologiques *directes* peuvent être nécessaires, on voit qu'on a fort à craindre d'en envelopper d'autres dans le nombre.

En ce qui concerne le plus grand nombre des corrélations, y compris celles qui sont *indirectes*, je m'accorde avec M. Huxley à leur refuser tout caractère de nécessité; et c'est ce que je vais maintenant prouver par déduction. Commençons par exposer une analogie.

Quiconque a visité une grande usine métallurgique a vu là une paire de cisailles gigantesques, mues mécaniquement et servant à couper en deux des barres de fer qui s'avancent à intervalles réguliers entre les deux lames. Imaginons que ces lames fussent la seule partie visible de l'appareil : il suffirait d'en observer les mouvements (ou plutôt celui de l'une des deux, car il y en a généralement une qui ne bouge pas), pour voir, à la façon dont leur angle croît et décroît, et à la courbe

décrite par l'extrémité mobile, que ce mouvement doit s'exécuter autour d'un centre, que ce centre soit un pivot ou une boîte extérieure qui en tient lieu. C'est là une corrélation qu'on peut dire nécessaire. En outre, on pourrait déduire que la lame mobile se prolonge de l'autre côté du centre de mouvement en un bras de levier auquel est appliquée la force motrice; mais, comme une autre combinaison est à la rigueur possible, on ne pourrait voir là qu'une corrélation hautement probable. Maintenant l'observateur, faisant un pas de plus, pourrait rechercher comment le levier reçoit son mouvement alternatif, et vraisemblablement il jugerait qu'il le reçoit d'une manivelle. Mais, pour peu qu'il fût mécanicien, il saurait que le levier peut recevoir ce mouvement d'un excentrique; ou encore, que le même effet peut être atteint à l'aide d'une came. En somme, il verrait qu'il n'y a pas de corrélation nécessaire entre les cisailles et les parties éloignées de l'appareil. Prenons un autre exemple. Dans une presse à imprimer, la plaque doit faire une oscillation verticale d'un pouce environ; il faut en outre qu'elle exerce sa pression la plus énergique au moment où elle exerce à son point le plus bas. Maintenant, parcourez les magasins d'un fabricant de presses : vous y trouverez une demi-douzaine de dispositions mécaniques propres à produire cet effet; et tout mécanicien entendu vous dira qu'on en pourrait aisément inventer encore autant. Vous apprendrez encore du même maître que plus une machine est complexe, plus on peut concevoir d'arrangements divers de toutes les parties sauf une, sous cette condition de ne pas toucher à cette dernière. On objectera qu'entre une machine et un

organisme l'analogie n'est pas parfaite. Il est vrai, mais non pas en ce sens que les parties de la machine seraient en corrélation *moins* rigoureuse; au contraire, leur dépendance réciproque l'est *davantage*. Un organisme continuera à agir après la perte d'un ou deux de ses membres, ou après la disparition d'un poumon; mais, qu'on enlève à l'une des deux machines ci-dessus une partie d'égale importance, il y aura arrêt brusque. Si donc entre les diverses parties d'une machine la corrélation n'est pas nécessaire, bien moins encore l'est-elle entre les parties d'un organisme.

Reprenons la question en sens inverse : la même vérité nous apparaîtra encore. En suivant l'analogie précédente, on doit prévoir qu'une altération dans une partie donnée d'un organisme n'entraîne pas nécessairement *une certaine série déterminée d'altérations dans les autres parties*. « Aucune de ces parties, dit Cuvier, ne peut être changée sans que les autres en soient affectées; et, par conséquent, chacune d'elles, prise à part, indique et donne tout le reste. » De ces deux propositions, on peut accepter la première; quant à la seconde, qui se présente à titre de conséquence, elle n'est pas vraie : car elle suppose que « tout le reste » ne peut subir, pour chaque cas, qu'un changement déterminé en nature et en degré, au lieu que des changements de diverses natures et de divers degrés sont possibles. Pour le faire voir, nous aurons encore recours à une analogie tirée de la mécanique.

Si vous posez une brique sur l'une de ses faces étroites et que vous la poussiez, vous pouvez prédire avec certitude dans quelle direction elle tombera et quelle position elle prendra.

Si, la replaçant debout, vous posez par-dessus une autre brique, vous ne pouvez plus prévoir avec précision l'effet que produirait l'impulsion; et, si vous renouveliez l'expérience, vous auriez beau mettre le dernier soin à les replacer dans la même position, à leur appliquer la même quantité de force et selon la même direction, l'effet ne serait pas deux fois le même. Et plus l'ensemble se complique par l'addition de parties nouvelles et différentes, plus les résultats d'une perturbation deviennent variés et échappent au calcul. Si, au lieu de ces corps ainsi reliés par une vague relation mécanique, vous prenez un groupe dont les parties seront plus étroitement reliées, ainsi à l'aide de cordes, comme les os sont reliés par des muscles et des ligaments, il n'est pas moins évident qu'une force perturbatrice, venant à s'appliquer en un point du groupe, affectera le reste d'une manière non pas définie, mais indéfinie; et que jamais un autre groupe ne pourra ressembler au premier assez parfaitement pour être affecté d'une façon tout à fait identique par une force perturbatrice équivalente. — Un autre exemple, fort clair et fort curieux de la même vérité, nous est fourni par les locomotives. C'est un fait bien connu de tous les constructeurs et de tous les mécaniciens que, sur une quantité de locomotives faites avec la plus grande précision possible sur le même patron, il n'y en aura pas deux qui travaillent exactement de même. Chacune aura son humeur. Le jeu des actions et réactions sera si variable de l'une à l'autre, que dans des conditions identiques chacune se comportera un peu différemment; et chaque mécanicien, avant de pouvoir tirer de sa machine tout le parti possible, a besoin

d'en étudier le caractère. Dans les organismes eux-mêmes, on voit clairement cette indétermination des réactions mécaniques. Deux enfants qui jettent des pierres auront toujours deux attitudes plus ou moins différentes; de même deux joueurs de billard, deux joueurs qui donnent les cartes. Chaque individu a sa démarche propre : c'est un fait familier et qui éclaire mieux encore notre thèse. Or le mouvement rythmique de la jambe est simple, et, dans l'hypothèse de Cuvier, il devrait produire sur le corps une réaction uniforme. Mais, par suite de ces petites différences anatomiques, qui ne détruisent pas l'identité spécifique, il n'y a pas deux individus qui fassent exactement les mêmes mouvements soit du tronc, soit des bras; il y a toujours quelque détail distinctif que l'œil d'un ami reconnaît.

Si nous arrivons aux forces perturbatrices qui ne sont pas mécaniques, la même vérité apparaît plus clairement encore. Plusieurs personnes s'exposent à une même violente ondée; l'une d'elles n'en ressentira aucun malaise notable, l'autre en reviendra avec un rhume, une troisième avec un catarrhe, celle-ci avec une attaque de diarrhée, une dernière avec un accès de rhumatisme. Vaccinez plusieurs enfants du même âge, avec la même quantité de virus appliquée sur la même partie, et les symptômes ne seront pas identiques chez deux d'entre eux, ni en nature ni en degré. Une même quantité d'alcool, bue par deux hommes, enverra l'un au lit et fera de l'autre un parleur plus brillant qu'il n'a jamais été; l'un sera abruti, et l'autre irritable; chez l'un, mille sentiments aimables s'éveillent; chez l'autre, la haine. L'opium assoupit celui-ci et tient celui-là

éveillé : de même le tabac. Mais, sans multiplier ces exemples bien connus, répétons ce que j'entendais dire récemment à un de nos plus savants médecins : parmi les influences auxquelles notre corps est soumis, il n'y en a quasi pas une qui, dans des circonstances différentes, ne puisse produire des effets tout opposés.

Or, dans tous ces exemples, soit de mécanique soit autres, nous voyons une force qui se met à agir directement sur une partie d'un organisme, et indirectement sur le reste : d'après la théorie de Cuvier, ce reste devrait en recevoir des modifications tout à fait déterminées. C'est ce que nous ne voyons pas en réalité. Le changement premier subi par une partie n'est pas en corrélation nécessaire avec ceux que reçoivent les autres, et ces derniers n'ont pas entre eux non plus des corrélations nécessaires. L'altération que la force perturbatrice apporte dans la fonction de l'organe sur qui elle agit n'implique pas une *série particulière* d'altérations dans le fonctionnement des autres organes; elle a pour suite l'une quelconque d'entre plusieurs séries d'altérations. D'où ce corollaire manifeste : une *altération* donnée *dans la structure* d'un organe, ainsi produite à la longue, n'aura pas pour conséquence *une certaine série particulière d'altérations dans la structure* des autres organes ; il n'y a pas de corrélation nécessaire entre les formes.

Le point faible du principe de Cuvier, c'est qu'il donne une apparence excessive de détermination à la dépendance mutuelle des diverses parties d'un organisme. Assurément il a raison de dire que « nulle de ces parties ne peut être modifiée que les autres n'en soient affectées ». Et si les individus d'une

espèce étaient *absolument* pareils jusque dans le plus petit détail, s'ils étaient toujours quant à leur constitution dans le même état *absolument*, oui, alors chaque changement dans une partie serait suivi d'une série déterminée de changements dans le reste. Mais cette similitude absolue fait défaut : de là le vice de son raisonnement. De ce qu'il n'y a pas deux individus exactement semblables et pour la structure et pour leur état, il suit que jamais les changements produits par une force perturbatrice ne seront semblables et qu'ils pourront différer du tout au tout. Une balance équilibrée avec la dernière délicatesse pourra, mise en branle, pencher de côté ou d'autre, en vertu de quelque différence insensible; de même, l'équilibre organique de deux êtres de même espèce pourra, sous l'action d'une force perturbatrice unique, être rompu, les deux êtres s'en éloignant en sens inverses, cela grâce à une de ces légères dissemblances qui existent toujours entre eux. Puis, une fois cet équilibre rompu, si la même cause continue à agir, il pourra se produire en eux deux séries de changements organiques entièrement différentes.

Ainsi la paléontologie doit s'appuyer sur la méthode empirique. Nulle corrélation nécessaire ne peut être établie. Une espèce fossile, réduite à changer sa nourriture et sa façon de vivre, n'était pas nécessitée à subir la série particulière de modifications dont elle porte la trace ; à la faveur de quelque léger changement dans les causes occasionnelles, ainsi dans les saisons ou la latitude, elle eût pu subir une série de modifications tout autre, et cela sous l'empire d'une circonstance déterminante, de celles que les hommes appellent fortuites.

J'ose donc dire que la méthode déductive jette une vive lumière sur cette question si controversée de la physiologie ; en même temps, on voit aussi par notre façon de raisonner les limites à imposer à l'usage de cette méthode. Car si, comme on l'a vu, cette question extrêmement *générale* peut être traitée convenablement par la méthode déductive, d'autre part notre conclusion même indique que les faits d'organisation d'ordre plus spécial ne peuvent être traités ainsi.

La place qui m'est laissée va diminuant avec rapidité ; soyons bref. Je veux maintenant attirer l'attention sur une autre méthode propre à la recherche des vérités générales de la physiologie : déjà la physiologie lui doit une idée lumineuse; et pourtant elle n'y est pas encore reconnue formellement à titre de méthode. Il s'agit de la comparaison des phénomènes physiologiques avec les phénomènes sociaux.

Des corps individuels au corps social, il y a une analogie qui de tout temps a appelé l'attention de l'observateur. Sans doute cette analogie a été parfois, depuis les Grecs, entendue d'une façon grossière que la science moderne ne peut approuver; mais cette même science tend de jour en jour à faire voir qu'*il y a* là une analogie, et très-remarquable. Nous voyons sans doute avec clarté combien sont faux les parallèles qu'on croyait découvrir entre les différentes parties d'un homme et celles d'une nation ; mais, nous le voyons aussi, les principes généraux qui président au développement et à la structure des corps organisés s'appliquent également aux sociétés. Le caractère premier des sociétés comme des êtres vivants, c'est que les unes et les

autres sont formées de parties unies par une dépendance mutuelle ; et de là, semble-t-il, doivent naître divers caractères communs. La plupart de ceux qui ont quelque peu pratiqué les faits principaux de la physiologie et de la sociologie à la fois commencent à voir dans cette ressemblance non plus une fantaisie plausible, mais une vérité scientifique. Et je suis fermement d'avis que cette vérité peu à peu acquerra des applications dont bien peu aujourd'hui soupçonnent l'étendue.

En attendant, si une telle ressemblance existe, évidemment la biologie et la science sociale doivent s'éclairer l'une l'autre. Chacune apporte ses moyens propres d'investigation. Telles relations de cause à effet, que l'on observe aisément dans l'organisme social, peuvent nous amener à en chercher d'analogues chez l'individu ; et ainsi des questions sans cela inextricables pourront se débrouiller. Telles lois de croissance et de fonction, découvertes par le pur physiologiste, nous donneront parfois la clef de certains changements sociaux qui autrement seraient malaisés à comprendre. Les deux sciences, à supposer qu'elles doivent s'en tenir là, peuvent à tout le moins se prêter des idées et justifier mutuellement leurs conclusions : et ce n'est pas peu que de s'entr'aider ainsi. Ce n'est pas une idée de peu de valeur, cette idée de « la division physiologique du travail », que déjà l'économie politique a fournie à la biologie. Et, sans doute, elle en a bien d'autres à lui communiquer.

Pour appuyer ce que j'avance là, je vais citer des cas où la première de ces sciences aide la seconde. Et d'abord voyons si les théories exposées jusqu'ici dans cet article ne trouvent pas un appui dans certains faits de l'organisme des sociétés.

Une des propositions que j'ai tâché d'établir, c'est que le développement chez les animaux ne consiste pas uniquement en une série de distinctions de parties, mais aussi en intégrations subordonnées à ces distinctions. Or, dans l'organisme social, nous retrouvons la même marche double ; bien plus, on remarquera que les intégrations, ici aussi, se rangent en trois genres, identiques à ceux de l'autre cas. Ainsi, nous voyons des intégrations produites par la simple croissance de parties adjacentes qui remplissent une même fonction : exemple, la fusion de Manchester avec ses faubourgs, où l'on tisse le calicot. D'autres se produisent quand, de plusieurs places qui produisent une certaine denrée, l'une accapare de plus en plus les affaires et réduit les autres à dépérir; c'est ainsi que les districts drapiers du Yorkshire ont grandi aux dépens de ceux de l'ouest de l'Angleterre ; que le Straffordshire ayant attiré à lui toute la poterie, les fabriques qui florissaient à Derby et ailleurs sont tombées en décadence. Enfin nous trouvons aussi de ces intégrations qui ont pour cause le rapprochement réel de parties dont le travail est le même ; telle la concentration des journalistes dans Pater noster Row, des hommes de loi au Temple et alentour, des marchands de blé auprès de Mark Lane, des ingénieurs civils dans la grande rue George, des banquiers au centre de la Cité. Ainsi, nous le voyons, l'évolution des corps sociaux, comme celle des individus, comprend des intégrations comme des distinctions de parties, et de plus ces intégrations se rangent, dans les deux cas, en trois classes analogues : raison de plus de voir dans ces intégrations une partie essentielle de la marche du développement, et qu'il faut faire

entrer dans la formule de cette marche. Et, quand on voit que dans le corps social ces intégrations sont provoquées par une identité de fonctions, on s'attache à l'hypothèse analogue en ce qui concerne l'organisme individuel.

Une autre proposition que nous avons essayé d'établir par déduction, c'est que les premières différences de parties visibles dans l'embryon qui se développe ont pour cause la différence des conditions où ces parties sont placées ; que, par là, le principe déterminant des modifications premières dans l'embryon, c'est l'adaptation de la constitution au milieu ; et que peut-être, en faisant entrer dans notre formule les adaptations transmises par hérédité, on pourrait rapporter au même principe toutes les distinctions de parties qui apparaissent plus tard. Or il ne faut pas considérer bien longtemps les faits pour voir que dans les sociétés les distinctions essentielles de parties s'accomplissent d'une façon analogue. Si, à mesure que les membres d'une société d'abord homogène multiplient et se dispersent, ils se séparent en parties diverses, cette séparation tient évidemment à la différence des milieux. Ceux qui se trouvent de vivre près d'un point choisi, peut-être à cause de sa position centrale, pour être un lieu de réunions périodiques, se font marchands, et une ville naît à cette place même ; ceux qui vivent dispersés continuent à chasser ou à cultiver la terre ; ceux qui s'étendent sur un rivage maritime se livrent aux travaux de la marine. Et chacun de ces groupes subit telles modifications qui conviennent pour le rendre propre à sa fonction. A mesure que la société avance dans son développement, ces faits d'accommodation à des milieux particuliers vont se

multipliant avec rapidité. Grâce aux différences de sol et de climat, les paysans des diverses régions de la contrée s'appliquent à des travaux qui varient en partie d'une région à l'autre; ils se distinguent entre eux : les uns produisent du bétail, d'autres des moutons, ceux-ci du blé, ceux-là de l'avoine, du houblon ou du cidre. Tels qui vivent en des lieux où l'on découvre des couches de houille se font charbonniers ; les gens de Cornouailles se mettent mineurs, parce que le Cornouailles est riche en filons de métal; et là où le minerai de fer abonde, la métallurgie du fer est l'industrie principale. Si Liverpool s'est chargée du soin d'importer le coton, c'est que Liverpool est près du district où l'on travaille le coton; et c'est pour un motif semblable que Hull est devenue le premier port pour l'importation des laines étrangères. L'établissement même des brasseries, des teintureries, des ardoisières, des briqueteries, suit une règle identique. Si bien qu'à voir l'ensemble, comme à considérer les détails, c'est pour obéir à des circonstances locales que les districts d'un corps social s'attachent à des métiers spéciaux, dont ils font comme leur caractéristique. Des unités d'abord semblables qui forment la masse sociale, il se fait divers groupes, dont chacun adopte la fonction à laquelle le prédestine sa situation propre; et tous s'accommodent à leur condition. Ainsi la même cause à laquelle nous avons *a priori* attribué surtout les distinctions de parties chez l'individu nous apparaît *a posteriori* comme le principe essentiel de celles qui se font dans les corps sociaux. Bien plus, si nous avons induit que les changements de l'embryon, sans se rapporter directement à la même cause, pourraient bien être les résul-

tats d'accommodations antérieures transmises par hérédité, dans les sociétés à l'état d'embryon, les changements qui ne sont pas dus immédiatement à des accommodations se ramènent pour l'essentiel, on peut s'en assurer, à des accommodations subies jadis par la société mère. Les colonies fondées par des nations différentes, d'une part, offrent à leur tour le spectacle partout identique de districts qui se font un rôle spécial pour les mêmes motifs que ci-dessus, et d'autre part elles s'éloignent de plus en plus les unes des autres, à mesure qu'elles imitent dans leur organisation les nations d'où elles sortent. Un établissement français ne se développe pas tout à fait de la même manière qu'un anglais ; et tous deux prennent une tournure bien différente de celle des établissements romains. Or si, dans les sociétés, la distinction des parties a pour cause d'abord l'accommodation directe de leurs unités à des conditions diverses, puis l'influence transmise d'accommodations semblables subies par les sociétés mères, c'est encore là un argument pour la conclusion à laquelle nous sommes arrivés d'ailleurs que, chez les individus, la distinction des parties est l'effet d'accommodations indirectes, combinées avec celles des ancêtres.

C'est ainsi que la science sociale vient confirmer les découvertes de la physiologie. Maintenant, considérons une idée qui nous est suggérée de même. Une manufacture, ou tout autre établissement qui produit, ou une ville qui en est composée, est un appareil chargé d'élaborer quelque denrée que consomme la société dans son ensemble : on peut y voir l'analogue d'une glande ou d'un viscère chez l'individu. De plus, si nous cherchons quel est le mode primitif de croissance d'un de ces

établissements, le voici. Tout commence par un ouvrier isolé, qui vend lui-même les produits de son travail. Son commerce prospérant, il emploie des aides, qui sont ses fils ou des apprentis, et ainsi il n'est plus marchand de ses seuls produits, mais de ceux d'autrui. Ses affaires continuant à s'étendre, il lui faut multiplier ses aides, et son commerce finit par être assez important pour qu'il doive s'y consacrer tout entier : en d'autres termes, il cesse d'être producteur, il n'est plus qu'un intermédiaire par qui les produits d'autrui arrivent au public. Si sa fortune s'accroît encore, bientôt il se trouvera hors d'état de mener seul même la vente de ses denrées; il lui faudra prendre des employés, probablement parmi les gens de sa famille, pour l'aider dans son commerce; il ne sera plus que comme un canal principal, auquel seront adjoints des canaux secondaires; et ainsi de suite sans cesse. En outre, quand il arrive, comme dans un Manchester ou un Birmingham, que de nombreux établissements du même genre surgissent en un même lieu, les choses sont poussées encore plus loin dans cette voie. Alors apparaissent des facteurs et des commissionnaires, qui sont comme des canaux par où passent les produits de plusieurs usines; et, à ce que je crois, ces facteurs furent d'abord des manufacturiers qui se chargeaient de placer les produits d'usines plus petites en même temps que les leurs propres, et qui finissaient par être de simples marchands. Nous avons vu, sous une forme tout opposée, dans ces dernières années, ce développement se reproduire avec tous ses détails pour nos entrepreneurs de chemins de fer. Nous voyons parmi nos contemporains actuels plusieurs hommes dont la vie nous

offre le spectacle de ce développement dans son entier : ils furent d'abord terrassiers, maniant la pioche et la brouette; puis ils obtinrent en sous-ordre quelque petite entreprise, à laquelle ils travaillaient avec les gens à leurs gages; ensuite, ils se chargèrent d'entreprises plus considérables et prirent à leur service des contre-maîtres; aujourd'hui, ils se chargent de l'entreprise de chemins de fer entiers, quitte à en céder des portions à des sous-entrepreneurs. En d'autres termes, voilà des hommes qui d'abord étaient des ouvriers; ils ont fini par être comme un canal principal, d'où partent divers canaux secondaires, eux-mêmes ramifiés en canaux plus petits; c'est par ces canaux que l'argent (c'est-à-dire l'aliment) fourni par la société arrive jusqu'aux gens qui font réellement le chemin de fer. Or, et ce n'est pas là une question oiseuse, n'est-ce pas justement la même marche que suivent à l'origine dans leur développement les organes sécréteurs et excréteurs de l'animal? Nous le savons, ces organes sont d'abord des grappes de cellules distinctes; puis ils apparaissent sous forme de follicules groupés et dont chacun contient plusieurs cellules; enfin, ce sont des masses composées de tels groupes et traversées par des conduits. Mais si, à suivre l'analogie, ce doit être là le mode *original* de développement de ces organes, il est à croire, pour la même raison, que ce mode ne se maintient pas plus tard. En effet, dans le corps social, la chose est visible, les établissements industriels ne se forment plus en général en passant par cette série de modifications, et la plupart aujourd'hui surgissent d'un coup, grâce à la transformation de divers individus en maître, commis, contre-maîtres, ouvriers, etc. Et

de même, les organes, au lieu de se former par cette méthode d'approximation, peuvent naître parfois par une transformation directe, qui des éléments organiques tire, sans les faire passer par aucune combinaison intermédiaire, la forme voulue. Il y a des organes qui se forment ainsi, le fait est avéré, et ici l'analogie fait surgir cette question nouvelle : Est-ce que la méthode de production directe est alors substituée à la méthode indirecte?

Par ce peu d'exemples, on voit assez que nous avions raison de le dire, l'étude des corps organisés peut tirer des secours indirects de l'étude des corps politiques : des secours, ou pour le moins des indications. Ainsi la méthode inductive, à laquelle se restreignent la plupart des physiologistes, outre l'aide puissante qu'elle peut emprunter à la méthode déductive, peut aussi trouver un auxiliaire dans la méthode sociologique.

VIII

LA PSYCHOLOGIE COMPARÉE DE L'HUMANITÉ

(*Lecture faite à l'Institut d'Anthropologie*, le 22 juin 1875.)

Nécessité de tracer un *plan* de cette science avant de l'aborder : règle de la division du travail. — Principe de ce plan : aller du plus général au plus spécial. — 3 sections : 1re. Degré du développement mental dans les différentes races. — 2e. Différences générales des sexes quant au moral. — 3e. Caractères spéciaux de chaque race.

SECTION I. ÉVOLUTION MENTALE GÉNÉRALE. — 1° La *masse* mentale des différentes races, principe de leur influence. — Causes physiques et sociales. — 2° *Complexité* des actes moraux. — 3° *Rapidité* du développement mental : précocité et arrêt plus ou moins prématuré des progrès de l'esprit. — 4° *Plasticité* de l'esprit : stabilité des coutumes. — 5° *Instabilité* des états psychologiques : quelles facultés elle affecte. — 6° *Irritabilité;* progrès dans l'apaisement des caractères. — 7° Effets du *croisement* des races.

SECTION II. COMPARAISON DES SEXES. — 1° Leur différence considérée quant au *degré* qu'elle atteint. — 2° Quant à la *masse* et à la *complexité* des actes. — 3° *Variabilité de cette différence,* d'une race à l'autre. — 4° *Causes* de cette différence. — 5° Différence quant à la *plasticité* de l'esprit. — 6° Sentiment du *sexe.*

SECTION III. CARACTÈRES PLUS SPÉCIAUX DES DIFFÉRENTES RACES. — 1° Instinct d'*imitation.* — 2° *Curiosité.* — 3° *Qualité* de l'intelligence. — 4° *Talents* spéciaux, et notamment talents artistiques. — 5° *Sentiments spéciaux* (sociabilité, etc.). — 6° Sentiments *altruistes :* pitié, générosité, justice.

Supériorité de ces études sur les observations purement physiques auxquelles se livre l'anthropologie. TR.

Au cours d'une discussion que je soutenais avec deux membres de l'Institut anthropologique sur la tâche qui doit revenir à la section de psychologie, je proposai certaines idées qu'ils me prièrent de mettre par écrit; je le promis. Quelques mois après, ma promesse me fut rappelée; mais je ne pus me remettre dans l'esprit quelles étaient au juste ces idées. En cherchant à m'en souvenir, je fus conduit à jeter un coup d'œil d'ensemble sur l'objet de la psychologie comparée de l'homme. Le résultat fut l'Essai que voici [1].

Pour étudier avec méthode un problème dans son entier, ou une seule partie de ce problème, il est bon d'en faire d'abord une revue générale : à peine est-il besoin de le dire. La pensée se perd dans le vague, si on ne lui a pas fixé un champ, avec des bornes et des limites bien définies. Et de même, si l'on se borne à étudier une partie d'une question, sans en voir le rapport au tout, on s'expose à bien des erreurs. On ne peut se

1. Cet Essai a déjà été traduit : néanmoins la présente traduction est entièrement nouvelle. (TR.)

faire une idée juste de l'ensemble d'une question sans en connaître quelque peu les parties; on ne peut se faire une idée nette d'une partie sans savoir quels rapports elle a avec l'ensemble.

En dressant la carte de la psychologie comparée de l'homme, nous nous préparons à conduire nos recherches avec plus de méthode. En cela comme en toutes choses, la division du travail rendra le progrès plus facile; mais, pour que cette division soit possible, il faut que l'ouvrage soit lui-même divisé d'après un principe.

Ici, on peut fort bien diviser le sujet entier en trois sections principales, en allant de la plus générale à la plus spéciale.

La première section traitera du degré où est arrivé le développement mental dans les différents types humains, à en juger par leurs moyennes respectives : on tiendra compte ici de la somme des manifestations mentales et de leur complexité. Cette section comprendra le rapport qu'il y a entre ces caractères des races et leurs caractères physiques, volume et constitution du corps, volume et constitution du cerveau. Elle comprendra aussi les recherches relatives au temps nécessaire pour achever le développement de l'esprit, et au temps pendant lequel la puissance mentale se maintient à l'état adulte, comme aussi à certains caractères, les plus généraux de toute activité mentale, tels que la plus ou moins grande persistance des émotions et des séries de faits intellectuels. Il faudra traiter à la même place du rapport entre le type mental général et le type social général.

Nous pouvons placer dans la seconde section les recherches

ayant trait aux différences des sexes dans chaque race quant à leur nature mentale. Cette section comporterait des questions telles que les suivantes : Quelles sont, à l'égard du nombre et de la complexité des opérations mentales, les différences, si toutefois il y en a, qui se retrouvent dans toutes les races entre les hommes et les femmes ? Ces différences varient-elles en degré, ou en nature, ou des deux façons ? Y a-t-il des raisons de croire qu'elles soient susceptibles d'augmentation ou de diminution ? Quels sont dans chaque cas leurs rapports avec la manière de vivre, la constitution de la famille et celle de la société? Cette division tendrait aussi à embrasser les sentiments réciproques des sexes, avec leurs variations de qualité et de quantité ; aussi bien que leurs sentiments respectifs envers leurs enfants, avec les variations analogues.

On peut réserver pour une troisième section les caractères plus spéciaux qui distinguent l'état mental des différents types d'hommes. Certains de ces caractères spéciaux consistent en ce que les facultés communes à tous s'unissent en des proportions différentes chez les uns et chez les autres; certains viennent de ce que telles races ont des facultés qui chez d'autres font défaut ou à peu près. Chacune de ces différences, dans chacun de ces groupes, dès que la comparaison l'a fait ressortir, doit être étudiée dans ses rapports avec le degré de développement mental atteint, et dans ses rapports avec la manière de vivre et l'état social : ces rapports doivent être traités comme rapports de causalité.

Telle est l'esquisse de ces diverses sections. Étudions maintenant dans le détail les subdivisions que contient chacune d'elles :

I. Sous le titre d'évolution mentale générale, nous pouvons placer d'abord l'étude du caractère que nous appellerons la *masse mentale*.

1° *Masse mentale.* — L'expérience quotidienne nous prouve que les êtres humains diffèrent par la masse de leurs manifestations mentales. L'intelligence des uns, si forte qu'elle soit, agit peu sur leur entourage; d'autres, au contraire, même quand ils débitent des lieux communs, produisent sur leurs auditeurs un effet qui passe l'attente. Il suffit de comparer ces deux sortes d'hommes pour voir qu'en général, ici, la différence tient à l'influence du langage naturel des émotions. Derrière la vivacité intellectuelle de l'un, on ne sent aucune force de caractère, tandis que l'autre a un élan à emporter tout obstacle, et, pour soulever les émotions, une puissance qui le revêt d'un caractère formidable.

Évidemment, les variétés de l'espèce humaine diffèrent beaucoup à cet égard. Sans parler de la diversité de leurs sentiments, elles les ressentent aussi à des degrés différents. Les races supérieures dominent les races inférieures principalement en vertu de leur plus grande énergie, signe d'un volume mental plus considérable. De là une série de questions; en voici quelques-unes: — *a*. Quel rapport y a-t-il entre le volume mental et le volume corporel? Évidemment, les petites races ont une infériorité naturelle de ce côté. Mais on voit aussi des races qui, pour la taille, se valent à peu près, les Anglais et les Dammarahs par exemple, et qui diffèrent grandement pour le volume mental. *b*. Rapport du volume mental avec le volume du cerveau. Étant donnée cette loi générale que, chez

la même espèce, le volume du cerveau augmente avec le volume du corps (quoique non pas dans la même proportion), jusqu'à quel point pouvons-nous rapporter l'excédant de volume mental de la race supérieure à un excédant de volume du cerveau, déduction faite de ce qui tient à la supériorité de volume du corps? *c*. Quel rapport y a-t-il, s'il y en a un, entre le volume mental et l'état physiologique indiqué par la vigueur de la circulation et la richesse du sang, en rapportant ces deux qualités à la manière de vivre et à l'alimentation générale? *d*. Quels sont les rapports de ce caractère avec les divers états sociaux, vie nomade ou vie sédentaire, vie de pillage ou vie d'industrie?

2° *Complexité mentale*. — Les races diffèrent entre elles par le plus ou moins de complication des constructions de leur esprit. Pour bien entendre ceci, qu'on se souvienne des différences que présente chez nous l'esprit de l'enfant comparé avec celui de l'homme mûr : car nous avons là une image parfaite de la distance entre le sauvage et l'homme civilisé. L'enfant nous apparaît tout entier plongé dans des faits particuliers. C'est à peine s'il reconnaît les idées générales même humbles, et, quant à de plus hautes, il ne s'y élève pas. Il s'intéresse aux individus, aux aventures où une personne est en jeu, aux affaires domestiques; mais aux questions politiques ou sociales, nullement. Il met sa vanité dans ses habits ou dans de petites entreprises; quant à la justice, il la sent peu : c'est ainsi qu'il s'empare violemment des jouets d'autrui. Déjà les facultés mentales les plus simples entrent en jeu; mais on ne voit pas apparaître ces opérations compliquées, dues à l'in-

tervention de facultés nouvelles, qui naissent elles-mêmes des facultés précédentes et plus simples. Entre les esprits des races inférieures et supérieures, on voit pour la complexité des différences analogues : il faudrait établir des comparaisons pour en déterminer la nature et le degré. Ici encore, la recherche peut se diviser. *a*. Rapport entre le volume et la complexité mentale. Ne varient-ils pas d'ordinaire ensemble? *b*. Rapport de la complexité mentale avec la complexité de l'état social; c'est-à-dire : ces deux genres de complexité n'échangent-ils pas entre eux des actions et réactions?

3° *Rapidité du développement mental.* — C'est une loi que les organismes mettent d'autant plus de temps à se développer qu'ils sont plus élevés; en conséquence, on doit s'y attendre, les races humaines inférieures arriveront plus tôt au bout de leur développement mental que les supérieures; et c'est ce que nous avons des raisons de croire. Des voyageurs, revenant de tous pays, nous parlent tantôt de l'extrême précocité des enfants chez les peuples sauvages ou à demi civilisés, tantôt de l'âge peu avancé où s'arrête leur progrès mental. Cette différence-là est générale, et nous en avon assez de preuves pour qu'un surcroît soit inutile : néanmoins, il faut étudier la question, et voir si le contraste subsiste du haut en bas de la hiérarchie des races, si par exemple l'Australien diffère autant à cet égard de l'Hindou que l'Hindou de l'Européen. De là une subdivision comprenant divers chapitres; en voici quelques-uns : *a*. Cette rapidité dans le développement et cette précocité dans l'arrêt se manifestent-elles toujours d'une façon inégale dans les deux sexes? en d'autres termes, trouve-t-on, dans les

types inférieurs, des différences proportionnelles quant à la rapidité et au degré de développement, comparables à celles qu'on voit dans les types plus élevés? *b*. Le rapport qu'on observe, dans quelques cas, entre la période d'arrêt et celle de puberté, se retrouve-t-il dans la plupart des cas? *c*. La précocité de la décadence mentale est-elle en proportion de la rapidité du développement? *d*. Peut-on, à d'autres égards, dire que, dans les types inférieurs, le cycle entier des changements mentaux, progrès, stabilité, décadence, prenne un moins long temps?

4° *Plasticité comparée*. — Y a-t-il quelque relation entre la souplesse que conserve l'esprit chez l'adulte, d'une part, et d'autre part le volume, la complexité, la rapidité du développement? A considérer le règne animal dans son ensemble, il y a des raisons de croire qu'un type mental inférieur et arrivant vite à son plein essor va avec une nature plus automatique. Les êtres dont l'organisation est humble, et que guident presque entièrement des actes réflexes, ne reçoivent que peu de modifications de leurs expériences individuelles. A mesure que le système nerveux se complique, les limites où son action se renferme deviennent plus lâches; et, chez les êtres plus élevés, nous voyons l'expérience de l'individu prendre de plus en plus de part dans la direction de sa conduite : il est de plus en plus propre à recevoir des impressions nouvelles et à tirer parti de ses acquisitions. A cet égard, il y a entre les races humaines inférieures et supérieures un contraste. Souvent, les voyageurs nous parlent des habitudes immuables des sauvages. Les nations demi-civilisées de l'Orient ont eu de

tout temps pour caractère des coutumes plus rigides que celles des nations plus civilisées de l'Occident. Par l'histoire des nations les plus avancées, on voit qu'aux temps anciens les idées et les habitudes étaient moins souples qu'aujourd'hui. Comparez les diverses classes ou les individus qui vous entourent, et vous verrez que les esprits les plus développés sont les plus plastiques. De là des recherches sur la plasticité comparée des esprits, dans ses rapports avec la précocité et le prompt achèvement de leur développement : il sera bon d'y joindre des recherches sur ses rapports avec l'état social, car elle en est un des facteurs et en reçoit un effet en réaction.

5° *Variabilité.* — Si l'on dit d'un esprit que ses actes sont des plus inconstants, et en même temps qu'il a une nature en somme plus changeante, on semble se contredire. Mais, si l'on entend cette inconstance des actes qui se succèdent en lui de minute en minute, et cette immutabilité de la moyenne de ces actes, prise sur une longue série, la contradiction disparaît : et l'on comprend que ces deux caractères puissent se rencontrer ensemble et que la chose soit même ordinaire. Voyez un petit enfant : toute perception le lasse vite; sans cesse il lui faut un objet nouveau, qu'il abandonne bientôt pour quelque autre; cent fois par jour il passe du rire aux larmes : il ne se maintient donc guère dans un même genre d'actes mentaux; tous ses états, intellectuels et sensibles, sont passagers. Et pourtant il n'est pas aisé de changer la nature de son esprit. Sans doute, de lui-même il change et suit son cours naturel; mais longtemps il demeure impuissant à recevoir des idées, des émotions autres que simples. Chez le jeune garçon, les varia-

tions de l'intelligence et de la sensibilité sont moins rapides, et l'esprit est plus accessible à l'éducation. Les races humaines inférieures nous offrent ces deux traits réunis : un caractère moyen peu souple, avec des manifestations passagères des moins uniformes. A parler en gros, ces races sont incapables d'une modification durable, et toutefois n'ont de constance ni dans l'intelligence ni dans les émotions. Dans les livres, nous voyons que certaines races inférieures ne peuvent garder leur attention fixée plus de quelques minutes, même sur un objet qui ne provoque que des actes très-simples de l'esprit. De même en est-il pour leurs émotions : elles durent moins que celles des hommes civilisés. Toutefois, il y a ici des restrictions à faire; et, pour fixer la portée de ces restrictions, quelques comparaisons sont nécessaires. Le sauvage montre beaucoup de ténacité dans l'exercice des facultés intellectuelles inférieures. Il ne se fatigue pas d'observations de détails; il ne se lasse pas davantage quand il s'agit de faire usage des sens, comme il le faut pour fabriquer ses armes et ses ornements : il restera un temps prodigieux à tailler des pierres, etc. De même pour la sensibilité : il montre de la ténacité non-seulement pour ces petits travaux d'industrie, qui ont bien leurs motifs, mais aussi à l'égard de certaines passions, surtout la vengeance. Donc, en étudiant les divers degrés de la variabilité mentale, telle qu'elle se montre dans la vie quotidienne des différentes races, nous devrons rechercher jusqu'à quel point elle s'étend à l'esprit tout entier, ou si elle se restreint à quelques parties.

6° *Vivacité des impulsions.* — Ce caractère est en relation

étroite avec le précédent : les émotions passagères ont pour effet de jeter l'esprit tantôt dans une voie, tantôt dans une autre, sans aucune suite. Mais la vivacité des impulsions peut fort bien se considérer à part, car sous ce chef se trouvent d'autres faits qu'un pur manque de suite. Quand on compare les races humaines inférieures avec les supérieures, on voit qu'en général la brièveté dans les sentiments va avec la violence. Ces émotions qui, chez les races inférieures, s'emparent de l'homme comme par accès, sont excessives autant que passagères, et il est à croire que ces deux caractères ne sont pas sans rapport : la violence amène un épuisement plus rapide. On voit clairement cette liaison dans les passions de l'enfance. Viennent ensuite diverses questions intéressantes touchant la vivacité des impulsions et son rapport inverse avec le degré de développement atteint. Chez un être prompt à s'émouvoir, les phénomènes nerveux diffèrent moins des actes réflexes que chez un individu calme. Dans les actes réflexes, nous voyons une excitation se transformer soudain en mouvement, sans que le reste du système nerveux intervienne, si ce n'est parfois et faiblement. Elevons-nous à des actes plus hauts, à ceux que dirigent des excitations combinées en groupes de plus en plus complexes : on ne voit plus ces excitations se décharger instantanément, sous forme de mouvements simples ; les mouvements se composent, s'ajustent d'une manière plus variable et qu'on peut déjà dire délibérée ; ils sont convenablement mesurés et proportionnés entre eux. De même les passions et les sentiments, selon qu'on les prend dans des naturels plus ou moins développés. Prenez un individu en qui la sensibilité est

peu complexe : un évènement soulève en lui une émotion ; aussitôt elle éclate, elle passe en acte, avant qu'aucune autre émotion ait pu entrer en ligne ; et de même pour chacune des autres, quand son tour vient. Mais quand, chez un individu, les émotions possibles viennent à former un organisme plus complexe, les émotions simples s'y trouvent coordonnées tellement qu'elles ne peuvent s'éveiller l'une sans l'autre. Avant qu'une d'elles, éveillée, ait pu produire un acte, l'excitation s'est communiquée à d'autres, qui souvent sont opposées à la première ; de là toute une combinaison de tendances, d'où résulte une conduite modifiée en conséquence. Ainsi la promptitude à s'émouvoir décroît, et l'émotion devient plus durable. La ligne de conduite de l'individu est déterminée par plusieurs émotions concourantes, qui ne sont pas exagérées au point de s'épuiser, et par suite elle a plus de continuité ; la force dépensée en spasmes s'évanouit, et l'énergie totale s'accroît. Si l'on se place à ce point de vue, on voit naître diverses questions intéressantes au sujet des différentes races d'hommes. *a*. Mis à part le degré du développement mental, quels sont les autres caractères corrélatifs de la vivacité des émotions ? Car, toute différence dans le degré d'élévation du type étant mise de côté, les races du nouveau monde paraissent moins promptes à s'émouvoir que celles de l'ancien continent. Faut-il voir là une apathie tenant à la constitution ? Peut-on établir une proportion (toutes choses égales d'ailleurs) entre la vivacité physique et la promptitude mentale à s'émouvoir ? *b*. Quel rapport y a-t-il entre ce caractère et l'état social ? Evidemment, avec un naturel toujours prêt à éclater, comme celui du Bush-

man, l'homme n'est pas propre à la société; et d'ordinaire la vie en commun, une fois établie, n'importe comment, amortit cette vivacité. *c.* Quelle part faut-il attribuer, dans cette œuvre d'apaisement, aux sentiments que développe l'état de société : ainsi, la peur de l'entourage, l'instinct de sociabilité, le désir d'amasser du bien, les sentiments de sympathie, le sens du juste? Tout sentiment qui, pour grandir, a besoin du milieu social, suppose la conception de certaines conséquences plus ou moins éloignées : il suppose donc un frein imposé à l'élan des passions simples. De là ces questions : Selon quel ordre, avec quels degrés d'intensité, entrent-ils en jeu? Comment se combinent-ils?

7° On peut ajouter ici un problème général d'une espèce differente : Quel est l'effet du mélange des races sur la nature mentale? Dans tout le règne animal, nous avons lieu de le croire, tout croisement entre variétés qui sont devenues trop étrangères l'une à l'autre ne produit au physique rien de bon; au contraire, l'union entre variétés légèrement différentes donne, au physique, de bons effets. En est-il de même pour la nature mentale? D'après certains faits, le mélange entre races d'hommes très-dissemblables paraît produire un type mental sans valeur, qui n'est bon ni pour mener la vie de la race supérieure, ni pour celle de l'inférieure, qui n'est propre enfin à aucun genre de vie. Au contraire, des peuples de même origine, qui, ayant vécu durant plusieurs générations dans des circonstances différentes, se sont légèrement écartés l'un de l'autre, donnent, on le voit parfois, par croisement, un type mental supérieur à certains égards. Dans son livre sur *les Hu-*

guenots, M. Smiles fait remarquer le grand nombre d'hommes qui se sont distingués chez nous et qui descendaient de réfugiés flamands et français; et M. Alphonse de Candolle, dans son *Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles*, montre que, parmi les descendants des Français réfugiés en Suisse, on compte une proportion extraordinaire d'hommes de science. Sans doute, ce fait peut être rapporté, pour une part, à la nature originale de ces réfugiés, car ils avaient assurément cette indépendance de caractère, qui est le principe de l'originalité; mais pourtant il est à croire qu'une partie aussi est due au mélange des races. A l'appui, nous avons une preuve qui, cette fois, ne souffre pas deux interprétations. Le professeur Morley appelle notre attention sur ce fait que, durant sept siècles de notre histoire primitive, « les meilleurs esprits d'Angleterre sont nés sur cette bande de terre, où les Celtes et les Anglo-Saxons se rencontraient. » De même, M. Galton, dans ses *Savants anglais*, fait voir que, dans des temps plus récents, les savants sont sortis surtout d'une région intérieure, qui court en général du nord au sud et qui, on le conçoit, doit contenir plus de sang-mêlé qu'il n'y en a à l'ouest ou à l'est. *A priori*, on peut s'attendre à ce résultat que deux natures, adaptées à deux séries légèrement différentes de conditions sociales, s'unissent : il est à croire qu'il en sortira une nature un peu plus plastique que l'une ni l'autre, plus facile à recevoir les impressions d'un milieu qui se renouvelle par le progrès de la vie sociale, et par là plus propre à créer des idées neuves et à manifester des sentiments d'une forme particulière. Ainsi la psychologie comparée de l'homme fera bien d'embrasser les

effets du croisement sur l'esprit; et de là des questions secondaires, comme: Jusqu'à quel point la conquête d'une race par une autre a-t-elle été pour la civilisation un instrument de progrès en aidant au croisement, comme elle l'a été à d'autres égards ?

II. La seconde des trois grandes divisions indiquées au début est moins vaste. Toutefois, la comparaison de la nature mentale dans les deux sexes, et cela dans chaque race, soulève encore des questions fort intéressantes et de grande importance.

1° *Différence entre les sexes quant au degré.* — C'est un fait reconnu que la différence entre les hommes et les femmes au physique n'est pas également marquée dans toutes les races. Cette différence est plus forte par exemple chez les races barbues que chez les races imberbes. Dans les tribus de l'Amérique du Sud, l'homme et la femme ont une ressemblance générale dans les formes, etc., qui dépasse ce qu'on voit d'ordinaire ailleurs. D'où une question qui s'offre d'elle-même : La différence des sexes quant à la nature mentale est-elle constante ou variable en degré? Il n'est pas vraisemblable qu'elle soit constante; dès lors, quelle est l'étendue de la variation, et sous quelles conditions se produit-elle?

2° *Différence quant à la masse et à la complexité.* — La comparaison entre les sexes peut naturellement se subdiviser de la même façon que la comparaison entre les races. Avant tout, il faudra considérer la masse et la complexité mentales relatives. Si l'on admet que la répartition très-inégale entre les deux sexes de la tâche dans l'œuvre de la reproduction est la cause

de leur dissemblance quant à la masse mentale, comme quant au physique, on pourra étudier cette différence, en la rapportant aux différences de fécondité des diverses races, aux divers âges où la fécondité commence, à la longueur du temps qu'elle dure.

Cette question en appelle une autre, qui en est voisine : Dans quelle mesure le développement de l'esprit chez les deux sexes reçoit-il une influence de leurs habitudes respectives de nourriture et d'activité physique? Chez beaucoup de races inférieures, la femme, traitée avec une extrême brutalité, est au physique fort au-dessous de l'homme : la cause en est sans doute à la fois dans l'excès de travail et le manque de nourriture. Cette cause ne produit-elle pas en même temps un arrêt dans le développement mental ?

3° *Variabilité des différences.* — Si la dissemblance physique et mentale des deux sexes n'est pas une constante, alors, à supposer que toutes les races sont des branches sorties d'un même tronc primitif, il faut que dans chaque sexe les différences se soient transmises à travers les générations en s'accumulant. Si, par exemple, l'homme préhistorique fut imberbe, alors, pour qu'une variété d'hommes pourvus de barbe se produisît, il a fallu que dans cette variété les mâles transmissent à leurs descendants du même sexe une barbe de plus en plus abondante. Si l'hérédité peut ainsi être limitée à un sexe, et nous en avons des exemples nombreux dans tout le règne animal, le fait peut bien arriver pour les dispositions du cerveau, comme pour celles d'autres organes. D'où cette question : Chez les divers types de l'humanité, les différences des sexes quant à

la nature mentale ne peuvent-elles pas être de genres et de degrés divers ?

4° *Causes de ces différences.* — Peut-on observer quelque relation entre ces différences variables et les parts variables que les deux sexes peuvent prendre aux travaux de la vie? Admettons que les effets de l'habitude sur la fonction et la structure de l'organe s'accumulent, que l'hérédité soit limitée par le sexe ; alors si, dans une société donnée, les actes d'un sexe diffèrent, durant de longues générations, des actes de l'autre, l'esprit de chaque sexe, on doit s'y attendre, subira une accommodation propre. On peut citer quelques exemples à l'appui. Chez les Africains du Loango et d'autres contrées, comme aussi chez certaines tribus montagnardes de l'Inde, il y a une différence tranchée entre l'homme et la femme : l'un est mou, l'autre active : sans doute une vie industrieuse est devenue si naturelle aux femmes, qu'elles n'ont plus besoin d'y être contraintes. Evidemment, de tels faits font venir à l'esprit toute une longue suite de questions. La limitation de l'hérédité à un seul sexe peut expliquer les différences qui séparent l'esprit de l'homme de celui de la femme dans toutes les races, et les différences particulières à chaque race ou à chaque société. Un problème secondaire, mais digne d'intérêt, serait de savoir dans quelle mesure ces différences peuvent être interverties, par l'interversion des rapports sociaux et domestiques, telle qu'on l'observe chez les tribus montagnardes des Khasi, où les femmes ont si bien la haute main, qu'elles renvoient d'une façon expéditive leurs maris s'ils leur déplaisent.

5° *Plasticité mentale chez les deux sexes.* — Comme on com-

pare les races, de même on peut comparer les sexes dans chaque race, en ce qui concerne la souplesse mentale. Peut-on ériger en vérité absolue cette proposition qui semble en général vraie, que les femmes sont moins capables de modifications, et les hommes davantage ? Les femmes ont plus l'esprit conservateur ; elles tiennent plus fortement aux idées et aux usages établis : c'est là ce qu'on voit clairement dans beaucoup de sociétés civilisées ou demi civilisées. En est-il de même chez les sauvages ? Un exemple curieux, où l'on voit combien les femmes sont plus attachées à la coutume que les hommes, c'est celui que Dalton a recueilli chez les Juangs, une des plus basses entre les tribus sauvages du Bengale. Jusqu'à ces derniers temps, le seul costume pour les deux sexes était chez eux un peu plus léger que le costume attribué par la légende hébraïque à Adam et à Eve. Il y a quelques années, les hommes se laissèrent persuader de se mettre une bande de toile autour des reins ; mais les femmes tiennent bon pour l'usage primitif : se serait-on attendu à voir l'esprit de conservation se manifester ainsi ?

6° *Le sentiment du sexe.* — On arriverait à des résultats importants, en déterminant, à l'aide de comparaisons établies entre les races, le degré et les caractères des sentiments les plus puissants que fassent naître les relations des sexes. Les variétés inférieures de l'humanité sont les moins capables de tels sentiments. Chez les variétés appartenant à des types plus élevés, comme les Malayo-Polynésiens, ces sentiments paraissent devenir puissants : les Dayaks, par exemple, s'en montrent parfois violemment émus. A parler en général, ils sem-

blent croître à mesure que la civilisation grandit. Ici, on peut indiquer divers sujets de recherches secondaires. *a.* Dans quelle mesure le développement du sentiment des sexes dépend-il du développement intellectuel, et notamment du progrès de l'imagination? *b.* Dans quelle mesure tient-il au progrès de la sensibilité, et particulièrement de ces émotions dont le principe est la sympathie? Quel rapport a-t-il avec la polyandrie et la polygamie? *c.* N'a-t-il pas pour but et pour excitant principal la polygamie? *d.* Quelle relation a-t-il avec le maintien du lien familial et avec l'éducation meilleure qui en résulte pour les enfants?

III. Arrivons à la troisième partie : sous ce chef, nous rangerons les caractères plus particuliers des différentes races.

1° *Instinct d'imitation.* — Un des caractères par lesquels on voit combien les races inférieures se sont moins éloignées de la simple activité réflexe, c'est leur forte tendance à mimer les mouvements et les sons produits par autrui : habitude quasi-involontaire, que les voyageurs ont bien de la peine à arrêter. Cette répétition, dépourvue de sens, semble prouver que l'individu ne peut former l'idée d'une action qu'il observe sans être entraîné à produire l'action même comme il la conçoit (toute idée d'une action d'ailleurs n'est que le fait de conscience, qui accompagnerait cette action si elle était produite, mais qui reste à l'état naissant); une telle répétition est assez voisine du pur automatisme; et on doit s'attendre à la voir décroître, à mesure que croîtra l'empire sur soi. Cette mimique automatique est évidemment parente de cet instinct d'imitation,

moins automatique, et dont l'effet est la persistance plus grande des coutumes. Car chaque fois qu'une génération reçoit de la précédente, sans réflexion ni recherche, une coutume, elle fait preuve d'une tendance à l'imitation, qui chez elle l'emporte sur les tendances critiques et sceptiques, et qui maintient des habitudes dont on ne peut rendre raison. Cette mimique non raisonnée atteint son plus haut degré chez le sauvage le plus infime et descend au plus bas chez les plus parfaits des hommes civilisés : il faudra étudier cette décroissance dans ses rapports avec les formes de plus en plus élevées de la vie sociale, et en la considérant comme un secours à la fois et un obstacle pour la civilisation : un secours, en tant qu'elle donne à l'organisation sociale cette stabilité sans laquelle nulle société ne vivrait; un obstacle, en ce qu'elle empêche les changements que, par l'effet du temps, cette organisation réclame.

2° *Manque de curiosité.* — Par une sorte de projection, nous plaçons, dans le milieu où vit le sauvage, un naturel comme le nôtre, et nous jugeons qu'alors nous serions émerveillés au premier spectacle des produits et des œuvres de la civilisation. Mais, quand nous nous figurons que les sentiments du sauvage sont ceux qu'à sa place nous éprouverions, nous nous trompons. L'absence de toute curiosité raisonnée à l'égard de ces nouveautés incompréhensibles, voilà ce qu'on remarque chez les races inférieures de tout pays; et ce qui distingue déjà les races demi-civilisées, c'est qu'elles font preuve à cet égard d'une curiosité raisonnée. Il y aurait lieu d'examiner les rapports de ce caractère avec la nature intellectuelle, la sensibilité, et l'état social.

3° *Qualité de la pensée.* — Sous ce titre vague, on peut placer de nombreuses questions, dont chacune est féconde en problèmes : *a.* degré de généralité des idées; *b.* degré d'abstraction des idées; *c.* degré de précision des idées; *d.* développement des notions comme celles de *classe*, de *cause*, d'*uniformité*, de *loi*, de *vérité*. Plus d'un concept qui nous est devenu familier au point que nous y voyons une propriété commune de tous les esprits est aussi étranger aux plus humbles des sauvages qu'à nos propres enfants; il faudrait comparer les races pour établir par quelle marche l'esprit atteint ces concepts. Chacune des parties ci-dessus énumérées devrait être étudiée à divers égards : *a.* en elle-même et dans ses degrés successifs; *b.* dans son rapport avec les concepts concomitants de l'intelligence; *c.* dans son rapport avec les progrès du langage, des arts et de l'organisation sociale. On a déjà utilisé les faits de la linguistique dans de telles recherches : il en faudrait faire un usage plus systématique. Ce n'est pas seulement le nombre des mots généraux, ni celui des mots abstraits du vocabulaire d'un peuple, qu'il faudrait noter, mais aussi leurs *degrés* de généralité et d'abstraction, car il y a des généralités de premier, second, troisième ordre, etc., et de même il y a des degrés dans l'abstraction. *Bleu* est une idée abstraite, qui se rapporte à une classe d'impressions tirées des objets visibles; *couleur* est une abstraction plus haute, qui se rapporte à plusieurs classes d'impressions visuelles; *propriété* est une abstraction plus élevée encore, et qui s'étend à bien des genres d'impressions, reçues non plus seulement par les yeux, mais par tous les organes des sens. Si l'on dressait un tableau des

idées générales et des idées abstraites, en les rangeant dans l'ordre de leur extension et de leurs degrés, on aurait ainsi comme des règles qu'il suffirait d'appliquer aux vocabulaires des races non civilisées, pour déterminer avec certitude le degré d'intelligence où elles sont parvenues.

4. *Aptitudes spéciales.* — Outre ces traits particuliers de l'intelligence, qui caractérisent les différents degrés de l'évolution, il faut en compter d'autres, secondaires, et qui tiennent au genre de vie; ils naissent de la nature de la faculté que les habitudes quotidiennes ont développée par accommodation, et du degré de ce développement : c'est l'adresse à se servir des armes, le talent à suivre une piste, l'art de distinguer rapidement des objets particuliers. Ici se placeraient naturellement des recherches sur diverses particularités d'ordre esthétique, propres à certaines races, et encore inexplicables. D'une part, les restes trouvés dans les cavernes de la Dordogne nous prouvent que les habitants de ces cavernes, si bas qu'on puisse les croire placés, savaient toutefois représenter les animaux et par le dessin et par la gravure, avec quelque exactitude; et d'autre part, certaines races vivantes, probablement supérieures aux précédentes à d'autres égards, semblent à peine capables de reconnaître un objet représenté par la peinture. De même pour le goût de la musique. Il fait défaut, ou peu s'en faut, chez plusieurs races inférieures, et chez d'autres, d'un degré peu élevé, on le trouve développé au delà de toute attente : tels sont certains nègres; ils sont si bien musiciens de naissance (je tiens le fait d'un missionnaire de ces pays) que, dans les écoles des natifs, quand on apprend aux enfants les airs des

psaumes, d'eux-mêmes ils font l'accompagnement. Ne pourrait-on découvrir la cause de ces particularités de race? C'est là une question intéressante.

5º *Formes spéciales de la sensibilité.* — Elles méritent une étude attentive ; elles sont en rapport étroit avec les phénomènes de la société, avec la possibilité du progrès social, avec la nature de l'organisation sociale. Entre autres points à noter, il y a : *a*. le besoin de vivre en commun, ou sociabilité, dont la force varie beaucoup d'une race à l'autre ; certaines, comme les Mantras, sont à peu près indifférentes aux relations sociales ; d'autres ne peuvent s'en passer. Il est clair que la force de ce besoin par lequel l'homme souhaite la présence de ses semblables détermine en grande partie la formation des groupes sociaux, et par là agit sur le progrès social. *b*. L'impatience de toute contrainte. Certains hommes de types inférieurs, comme les Mapuché, sont ingouvernables; dans d'autres types, qui ne sont pas plus élevés, les hommes se soumettent à la contrainte, bien plus, admirent ceux qui l'exercent. Ces natures si opposées méritent d'être étudiées dans leur rapport avec l'évolution de la société : car, dans les débuts, elles lui sont, l'une favorable, l'autre contraire. *c*. Le désir des louanges se rencontre chez toutes les races, nobles et basses; mais il varie beaucoup en vivacité. Il y a telles races inférieures, comme certaines des États du Pacifique, où l'on voit les hommes répandre leurs biens sans regarder, pour s'attirer les applaudissements qu'obtient toujours une générosité prodigue; ailleurs, au contraire, on met moins d'ardeur à briguer les éloges. Il faudrait connaître le lien qu'il y a entre cet amour de l'appro-

bation et la puissance contraignante de la société, car il contribue grandement à l'affermir. *d.* Désir d'acquérir. Voilà encore un trait dont il faudrait noter particulièrement les degrés et leur rapport à l'état social. L'amour de la propriété croît avec la possibilité de le satisfaire; très-faible chez les hommes les plus bas placés, il grandit à mesure que la société se développe. On passe de la propriété par tribu à la propriété familiale, et de là à la propriété individuelle : ainsi la notion du droit personnel de propriété gagne en précision, et le désir d'acquérir se fortifie. Chaque pas que fait la société vers un état d'ordre rend possible une plus large épargne et rend plus sûrs les plaisirs qu'on en peut tirer; en même temps, l'épargne se trouvant encouragée, le propriétaire est engagé à accumuler plus de capitaux, et de là bien des progrès. C'est cette action et cette réaction du sentiment et de l'état social qu'il faudrait étudier dans chaque cas.

6° *Les sentiments altruistes.* — Ils viennent en dernier lieu et sont aussi les plus élevés. Dans leur évolution, qui accompagne celle de la civilisation, nous voyons à plein l'influence réciproque de l'unité sociale et de l'organisme social. D'un côté, il ne peut y avoir ni sympathie, ni aucun des sentiments qui en naissent, si l'individu n'a pour entourage ses semblables. D'autre part, l'union de l'individu avec ses semblables suppose, entre autres conditions, que la sympathie ait prise sur lui, elle et les freins qu'elle impose à sa conduite. Le besoin de la vie en commun et la sociabilité fortifient la sympathie; accrue, celle-ci contribue à rendre la sociabilité plus active et plus stable l'état social; et ainsi de suite : chaque progrès de l'une

rend possible un progrès nouveau de l'autre. Il y a donc lieu d'étudier les sentiments altruistes nés de la sympathie, chez les différents types humains et dans les divers états sociaux où ils apparaissent; et ce sujet peut se diviser en trois chefs : *a*. La pitié, dont on doit observer les diverses manifestations : envers les enfants, envers les malades et les vieillards, et envers les ennemis. *b*. La générosité (qu'il faut bien distinguer de l'amour du faste), qui se montre par les dons, par le renoncement à certains plaisirs, en vue du bien d'autrui, par des efforts actifs ayant pour objet le bien d'autrui. Un autre point de vue où il faut se placer pour observer ces sentiments, c'est celui de l'étendue : selon qu'ils sont restreints à nos proches, ou étendus uniquement à ceux de la même société, ou qu'ils vont jusqu'à ceux des autres sociétés. Il faut encore y considérer le degré de prévoyance : selon qu'ils naissent d'impulsions soudaines, que l'individu suit sans compter; ou qu'ils se déploient avec une claire notion des sacrifices futurs à quoi l'individu s'expose. *c*. Justice. Ce sentiment, le plus abstrait des sentiments altruistes, doit être considéré de tous les points de vue déjà indiqués, comme aussi de plusieurs autres : il faut le voir se manifester à l'égard de la vie des autres, à l'égard de leur liberté, de leurs biens, enfin de leurs droits secondaires. Il faudrait établir des comparaisons entre ces sentiments suprêmes, et, sans parler du reste, y joindre des comparaisons entre les états sociaux concomitants, dont ils sont une des principales causes déterminantes, entre les formes et modes d'action des gouvernements, entre l'esprit des lois, entre les relations réciproques des classes.

Telles sont, aussi brièvement exposées que le permettent les exigences de la clarté, les divisions et subdivisions capitales dans lesquelles on peut partager la psychologie comparée de l'homme. Dans ma course si rapide à travers un champ si vaste, j'ai assurément oublié bien des choses qui y devaient être comprises. Assurément aussi, plus d'une des questions citées ici se ramifierait en problèmes subordonnés, fort dignes d'étude. Mais, tel qu'il est, ce programme est assez large pour occuper bien des chercheurs, et chacun aura avantage à s'enfermer dans un chapitre à part.

Les anthropologistes, il est vrai, après s'être occupés des arts et des produits primitifs, ont consacré presque toute leur attention à l'étude des caractères physiques des races humaines; néanmoins on peut le reconnaître, je crois, cette étude le cède en importance à celle des caractères psychologiques. Les conclusions générales où nous peuvent conduire les recherches du premier ordre n'ont pas autant d'importance pour notre conception des classes de phénomènes les plus élevées, que les conclusions générales où peuvent nous amener les secondes. Une théorie véritable de l'esprit humain est pour nous d'une importance capitale. Or une comparaison systématique des esprits des hommes, de leurs espèces et de leurs degrés divers, nous aidera à créer cette théorie. Quand nous connaîtrons les relations réciproques du caractère des hommes avec celui de chacune des sociétés qu'ils forment, nos idées touchant les arrangements politiques s'en ressentiront profondément. Une fois que nous saurons la dépendance mutuelle des natures individuelles et des constructions sociales, nous comprendrons

d'une façon bien plus exacte les changements en voie d'exécution et ceux qui les suivront. Quand nous verrons dans le développement mental une accommodation progressive aux conditions sociales, qui sans cesse moulent l'esprit à leur image et sont remaniées par lui, nous aurons une notion salutaire des effets lointains des institutions sur le caractère : remède efficace aux maux si graves que produit aujourd'hui une législation ignorante. Enfin, une bonne théorie de l'évolution mentale, considérée dans l'ensemble de l'humanité, nous donnera la clef de l'évolution dans l'esprit de l'individu : elle nous aidera donc à mettre de la raison dans nos dangereuses méthodes d'éducation, et par là à fortifier les intelligences et à élever les caractères.

IX

OBJECTIONS TOUCHANT LES PREMIERS PRINCIPES ET RÉPONSES

(*Fortnightly-Review*, novembre et décembre 1873.)

1° Objection de M. Caird : les bornes de la connaissance.

2° Objection de M. Mansel : le vrai fondement de la religion.

3° Objection de M. Hodgson : nature du temps et de l'espace.

4° Objection de M. Max Muller : l'origine des idées ; l'auteur entre Locke et Kant.

5° Objection de M. Sidgwick : les prétendues contradictions de l'auteur.

6° Objection de M. Martineau : une tentative pour déterminer l'idée de l'absolu.

7° Objection de la *Revue trimestrielle :* l'auteur accusé de favoriser le scepticisme et de renverser la morale.

8° Objections de MM. Moulton et Tait : les principes premiers des sciences physiques.

Suite. Sur un essai de démonstration de ces principes.

9° Lettre a M. Hayward : l'expérience nous aide a dégager les principes a priori.

Conclusion. TR.

Toute objection qui vient d'un lecteur compétent prouve de deux choses l'une : ou bien la proposition qui l'a arrêté est fausse, soit en partie, soit en entier; ou bien, quoique vraie, elle est présentée de façon à faire naître un malentendu. Dans tous les cas, il devient clair qu'un changement ou une addition est nécessaire.

Pour moi, je n'avoue pas les erreurs dont on m'accuse, je crois plutôt voir un malentendu dans le différend qui me sépare des adversaires de mes doctrines métaphysico-théologiques. Aussi je me propose de répondre ici, par des éclaircissements et des preuves, aux principales objections qu'on m'oppose : mon objet est d'abord de justifier ces doctrines, et puis d'écarter les interprétations inexactes qu'elles semblent de nature à susciter.

Un recueil périodique, qui s'adresse au grand public, ne semble guère un lieu propre à traiter ces problèmes, d'une abstraction si haute. Toutefois, la foule de ceux qui s'y intéressent est si grande, ils touchent de si près aux changements

essentiels que subit dans son progrès l'opinion, que j'ai osé espérer rencontrer des lecteurs, hors du cercle même des philosophes de métier.

Naturellement, j'ai fait un choix parmi les objections, signalant celles que leur force propre, ou bien la situation, le nom de leur auteur tirent de pair. Quant à faire plus que de répondre à quelques-uns de mes adversaires, il n'en peut être question.

1° OBJECTION DE M. CAIRD

Les bornes de la connaissance.

Comment l'intelligence découvre ses propres bornes. — Elle se démontre son incompétence en de certaines questions, par le spectacle des contradictions où elle se jette dès qu'elle les aborde [1].

Je commencerai par une critique que je trouve dans un sermon prêché, par le Révérend Principal Caird, devant l'Association bretonne, à l'occasion de sa réunion à Édimbourg, en août 1871. L'objection du Dr Caird est présentée avec une courtoisie qui, heureusement, devient maintenant moins rare dans les controverses des théologiens : on peut, je crois, l'admettre, sans rien changer au fond même de la conclusion qu'elle touche; et d'autre part, on peut le faire voir, elle porte avec plus de force contre les conclusions de certains penseurs ré-

1. Les titres et les sommaires sont du traducteur.

putés orthodoxes, savoir sir W. Hamilton et le doyen Mansel, que contre les miennes. Le Dr Caird expose ainsi ma thèse :

« Sa thèse est que le domaine de la science se distingue de celui de la religion, comme le connu de l'inconnu et de l'inconnaissable. Cette thèse s'appuie principalement sur un examen critique de la nature de l'intelligence humaine : ici, l'auteur suit et pousse jusqu'à ses dernières conséquences logiques la doctrine de la relativité de la connaissance humaine, doctrine que proposa Kant et qu'a reprise, pour l'appliquer particulièrement à la théologie, une école philosophique fameuse de ce pays-ci. Partant de la nature même de l'intelligence humaine, on prétend montrer qu'elle peut connaître le fini et le relatif, sans plus, et que par suite l'esprit humain est, en vertu d'une impuissance naturelle et insurmontable, forcé de renoncer à toute connaissance de l'absolu et de l'infini... Ne peut-on demander, d'abord, si dans cette affirmation, dont on fait le résumé d'une critique de l'intelligence humaine, par laquelle on lui refuse la connaissance de toute chose au delà du fini, ne gît pas une contradiction facile à voir? La critique de l'esprit ne peut être faite que par l'esprit, et si l'instrument est, comme on le prétend, limité et défectueux, le résultat de la recherche participera aussi des mêmes vices. En outre, la notion d'une limite n'implique-t-elle pas déjà le pouvoir de la dépasser? Quand vous déclarez l'esprit humain impuissant à franchir les bornes du monde fini, ne faut-il pas présupposer que vous, l'auteur de cette déclaration, vous avez franchi ces bornes? »

C'est là une objection que je ne suis pas disposé à méconnaître : la chose s'explique, car, je le constate, elle est de celles que j'ai moi-même soulevées. Au moment où je préparais la seconde édition des *Principes de psychologie*, je trouvai dans mes papiers une note où l'on voyait encore les pains à cacheter qui avaient servi à l'attacher au manuscrit original (toutefois il ne faut pas croire là-dessus, comme on pourrait le faire, qu'elle eût été empruntée au manuscrit des *Premiers Principes*). La voici :

« Ici, je puis faire en passant une remarque : les divers raisonnements (y compris celui qui vient d'être cité) dont sir William Hamilton se sert pour démontrer le caractère purement relatif de toute connaissance, desquels il résulte plus d'une vérité importante, et que j'admets en grande partie, on pourrait les retourner contre lui, quand il conclut décidément qu'il nous est impossible de connaître l'absolu. Car, affirmer positivement que l'absolu ne peut être connu, c'est en un sens proposer une *notion* de l'absolu, c'est le *connaître* pour *inconnaissable*. D'affirmer que l'intelligence humaine est restreinte au conditionné, c'est lui imposer une *limite absolue*, ce qui suppose une *connaissance absolue*. L'ignorance éclairée à laquelle s'arrête ce philosophe devrait, à mon avis, être poussée encore un pas plus loin : au lieu de dire positivement que l'absolu ne peut être connu, nous devons dire qu'il nous est impossible de déterminer s'il peut l'être ou non. »

Pourquoi ai-je omis cette note? Je ne puis m'en souvenir à présent. C'est peut-être parce qu'en y regardant de nouveau, je découvris une réponse à l'objection qu'elle enferme. En effet, l'intelligence ne peut sans doute démontrer sa propre compétence, puisque, tout le long de la démonstration, il lui faut postuler cette compétence même et demander ainsi ce qui est en question, mais il ne s'ensuit pas qu'elle ne puisse prouver son incompétence en certaines matières. Son incapacité à l'égard de ces matières peut s'expliquer par deux causes. Ou bien les affirmations de la raison peuvent être toutes sans valeur, et alors l'incompétence de la raison en face d'un certain ordre de problèmes n'est qu'un cas particulier de son incompétence générale; ou bien les affirmations de la raison, toutes valables qu'elles sont dans un certain domaine, aboutissent elles-mêmes à cette conclusion : que la raison est impuissante hors de ce domaine. Donc, si toute démonstration de compétence est ici impossible, le postulat de la compétence

étant au fond de chaque partie de toute démonstration, il est au contraire possible de prouver l'incompétence de la raison de deux façons : 1° en faisant voir que chacune des affirmations dont se compose la démonstration donne lieu à des contradictions et laisse voir par là son absurdité; ou bien 2° en faisant voir qu'elles sont valables, mais conduisent à cette conclusion : l'impuissance de la raison à rien affirmer en de certaines questions.

Or, par la voie de la déduction et par celle de l'induction, la raison nous amène à conclure que la sphère de la raison a des bornes. Par induction : c'est là le résultat dernier d'innombrables et vaines tentatives pour dépasser cette sphère, pour comprendre la matière, le mouvement, l'espace, le temps, la force, jusque dans leur nature intime ; ces tentatives en effet nous amènent toujours à une alternative dont les deux termes sont également inconcevables, d'où cette conséquence légitime que ces tentatives seront infructueuses à l'avenir, comme elles l'ont été dans le passé. Par déduction : c'est aussi le résultat dernier de l'analyse de l'esprit, que le produit de la pensée est toujours une relation rangée dans telle ou telle classe; que l'acte de la pensée consiste toujours à reconnaître et à classer des relations; que par suite l'être en soi et hors de toute relation échappe à la pensée, parce qu'il ne peut être soumis à la forme de la pensée. Ainsi la déduction explique cette impuissance de la raison que l'induction affirme à la suite d'expériences nombreuses. Et quant à mettre en doute le droit qu'a la Raison, de prononcer un tel verdict contre elle-même, en ce qui concerne ces problèmes transcendants, ce serait mettre en doute son

pouvoir de tirer de prémisses données une conclusion valable; en d'autres termes, c'est lui attribuer une incompétence universelle, d'où résulte inévitablement l'incompétence particulière en question.

2° OBJECTION DE M. MANSEL

Le vrai fondement de la religion.

Deux sortes de croyance : les *intuitions* immédiates (axiomes, perceptions), et les *opinions* sans preuve. — La *croyance en Dieu*, admise par Hamilton, est du second genre. — Les sentiments ne légitiment pas la croyance en leur objet, sans quoi toute superstition serait justifiée. — Nous avons une idée positive de l'absolu.

Une objection qui tient étroitement à la précédente est celle du Dr Mansel; je vais m'en expliquer ici. Dans une des notes de sa *Philosophie du relatif* (p. 39), voici ce qu'il dit :

« M. Herbert Spencer, dans son livre des *Premiers Principes*, s'efforce d'enrôler sir W. Hamilton au service du panthéisme et du positivisme à la fois » (voilà, pour le dire en passant, une singulière affirmation ; je rejette également ces deux doctrines); « pour cela, il garde seulement de la philosophie de sir W. Hamilton la partie négative, celle où cet auteur, d'accord avec bien d'autres, déclare l'absolu tout à fait inconcevable pour l'intelligence seule ; et il en rejette les parties positives, où ce philosophe professe hautement la nécessité de la croyance en un Dieu personnel, commandée par notre nature morale et sensible... Le principe fondamental de sir W. Hamilton est qu'il faut accepter tous les faits de conscience, et que les sentiments moraux et religieux, source première de notre foi en un Dieu personnel, ne sont nullement affaiblis par les raisonnements tout négatifs qui ont induit les hommes à admettre un absolu impersonnel... C'est sur ces conclusions toutes

négatives que M. Herbert Spencer, de son côté, fonde la religion : ainsi il abandonne le grand principe de Hamilton, la distinction entre la connaissance et la croyance. »

Je vais reprendre ces propositions dans l'ordre le plus commode pour la discussion : je commence donc par la dernière. Au lieu de ce qu'il dit là, le Dr Mansel aurait dû dire que je refuse de suivre sir W. Hamilton dans la confusion qu'il établit entre deux sens distincts, et même radicalement opposés, du mot *croyance*. Ce mot « s'applique d'ordinaire aux affirmations de conscience dont on ne peut alléguer aucune preuve : les unes étant indémontrables parce qu'elles sont la base de toute démonstration, les autres parce que les arguments font défaut [1]. » Dans cette Revue, au numéro de juillet 1865, j'ai exposé cette distinction dans les termes suivants :

« En général, quand nous disons que nous « croyons » une chose, c'est que nous ne pouvons en donner une preuve décisive, ou que sur ce sujet-là nous avons été soumis à quelque impression indéfinissable. Nous *croyons* que la prochaine Chambre des communes abolira les impôts d'église ; nous *croyons* encore que telle personne dont nous regardons la figure a un bon naturel. En d'autres termes, lorsque nous ne pouvons donner d'une chose que nous pensons que des preuves insuffisantes et avouées pour telles, ou que nous n'en pouvons donner aucune, nous l'appelons une « croyance ». Et ce qui caractérise ces croyances et les distingue des connaissances, c'est qu'il est facile d'en rompre le lien avec les états de conscience antécédents : ce qui est difficile pour les dernières. Mais, par malheur, ce mot de « croyance » s'emploie aussi pour ces liaisons indissolubles qui se forment dans la conscience et y durent un temps ou y persistent à jamais, et qui se font accepter pour cette unique raison qu'on ne peut s'en défaire. Quand je dis que je sens une douleur, que j'entends un son, que je vois une ligne et qu'elle me semble plus longue qu'une autre, c'est comme si je disais qu'il

1. *Principes de psychologie*, 2e édit., § 425, note.

s'est produit dans mon état un certain changement, et je ne puis donner de ce fait une plus forte preuve après celle-ci, qu'il est présent à mon esprit... On a pris, nous venons de le dire, le mot « croyance » pour exprimer une conviction dont nous ne pouvons donner qu'une raison insuffisante et reconnue pour telle, quand nous en pouvons donner une : de là vient que, si l'on nous presse trop de dire sur quelle base repose quelqu'une des affirmations premières de la conscience, nous répondons, faute de pouvoir alléguer aucune raison, qu'elle est pour nous une croyance. Ainsi un même nom réunit des choses situées aux deux pôles de la connaissance. Par suite, ces deux idées, celle des relations de pensée les plus fortes et celle des moins cohérentes, s'influencent l'une l'autre : de là de grands malentendus. »

Maintenant, la croyance en un dieu personnel, telle qu'on prétend la tirer des sentiments moraux et religieux, n'est pas une de ces croyances qui échappent à la démonstration, parce qu'elles servent de fondement à toute démonstration ; cela est bien clair. Il suffit de se rappeler que, dans les livres de théologie naturelle, on *conclut* l'existence d'un dieu personnel de ces sentiments ; elle n'y est donc pas contenue, elle n'y est pas associée comme une intuition qui en serait inséparable. Ce n'est pas là une croyance du genre de celles-ci : qu'à cette heure il fait jour, que j'ai devant moi un espace libre ; celles-là, on ne peut les démontrer, mais c'est parce qu'elles sont aussi simples et non moins certaines que dans chacun des éléments d'une démonstration. Si la première rentrait dans ce genre, des croyances très-certaines, tout argument serait superflu : il n'est pas une race d'hommes, pas un individu qui n'y fût attaché invinciblement. Il est donc clair que sir W. Hamilton confond les deux états de conscience, qui portent le nom de croyance, et qui sont d'ailleurs si différents, et qu'il attribue

au second une certitude propre au premier et à celui-là seul. En outre, ni Sir W. Hamilton, ni le Dr Mansel ne nous ont donné le moyen de distinguer ces « faits de conscience d'ordre moral et sensible », qui exigent impérieusement la croyance en un dieu personnel, d'avec ces « faits de conscience d'ordre moral et sensible », que nous trouvons chez nous ou chez d'autres hommes, et qui imposent impérieusement, à ceux qui les éprouvent, des croyances que sir W. Hamilton tiendrait pour fausses. Un chef néo-zélandais surprend sa femme en adultère : il tue l'homme; là-dessus, la femme se tue pour rejoindre son amant dans l'autre monde, et le chef à son tour se tue pour les poursuivre et empêcher leur projet. On voit assez clairement par ces deux suicides que ces Néo-Zélandais croyaient en un autre monde, où ils pouvaient aller à volonté, pour y satisfaire leurs désirs comme dans celui-ci. Si on leur avait demandé de justifier cette croyance, et que les arguments dont ils se fussent servis n'eussent pas paru suffisants, ils auraient encore pu se rejeter sur leurs sentiments et y trouver à leur croyance un fondement prétendu inébranlable. Je ne vois pas pourquoi un insulaire des Fidji, avec l'argument d'Hamilton, ne pourrait pas justifier la ferme espérance qu'il a, après s'être laissé brûler vivant, de reprendre dans l'autre monde sa vie à l'âge même où il l'a laissée, et d'y jouir des plaisirs de la conquête et des satisfactions du cannibalisme. Sa conviction à cet égard surpasse en énergie les convictions religieuses admises chez les peuples civilisés, et la preuve en est qu'il s'offre tout à fait de plein gré au bûcher. Et comme sa conviction, nous devons le supposer, n'est pas le

fruit d'une démonstration, il faut qu'elle soit le produit de certains sentiments, de « certains faits de conscience de l'ordre des émotions ». Pourquoi alors n'allèguerait-il pas que les « faits d'ordre sentimental » qui existent dans « sa conscience » « exigent impérieusement » cette croyance? Évidemment, si l'on pose ce principe que « les faits de conscience doivent être acceptés dans leur totalité », il nous faut ou bien tenir pour vraies les superstitions de l'humanité entière, ou bien dire qu'il s'agit seulement de la conscience d'une certaine classe déterminée d'hommes civilisés. S'il faut admettre l'objet d'une croyance sur ce simple motif, que les faits de conscience de l'ordre des émotions imposent impérieusement cette croyance, je ne vois pas pourquoi l'existence réelle d'un esprit dans la maison ne résulterait pas, comme une conséquence nécessaire, de la peur très-vive qu'en a l'enfant ou la servante.

Voici le dernier point, et le principal, sur lequel j'ai à parler du compte rendu du Dr Mansel. « M. Spencer, dit-il, fait d'autre part de ces conclusions négatives le seul fondement de la religion. » C'est là exactement le contraire de ce que je fais; en effet, j'ai soutenu contre Hamilton et le Dr Mansel que nous avons dans notre conscience une idée *positive* de ce qui se manifeste à nous à travers les phénomènes, et non, comme eux l'affirment, une idée *négative;* et que ce fait de conscience positif nous offre un fondement indestructible pour y établir le sentiment religieux (*Premiers Principes*, § 26). Au lieu d'invoquer ici des citations tirées de mes livres, il ne sera pas mal, je crois, de rapporter l'exposé et la critique que fait de ma doc-

trine un théologien étranger. Voici ce qu'écrit M. le pasteur Grotz, de l'Église réformée de Nîmes :

« La science serait-elle donc par nature ennemie de la religion ? Pour être religieux, faut-il proscrire la science ? — C'est la science expérimentale qui va maintenant parler en faveur de la religion ; c'est elle qui, par la bouche de l'un des penseurs... de notre époque, M. Herbert Spencer, va répondre à la fois à M. Vacherot et à M. Comte. »

. . . .

« Ici, M. Spencer discute la théorie de l'*inconditionné;* entendez par ce mot : Dieu. Le philosophe écossais, Hamilton, et son disciple M. Mansel, disent comme nos positivistes français : « Nous ne pouvons affirmer l'existence positive de quoi que ce soit au delà des phénomènes. » Seulement Hamilton et son disciple se séparent de nos compatriotes en faisant intervenir une « révélation merveilleuse », qui nous fait croire à l'existence de l'inconditionné, et, grâce à cette révélation vraiment merveilleuse, toute l'orthodoxie revient. Est-il vrai que nous ne puissions rien affirmer au delà des phénomènes ? M. Spencer déclare qu'il y a dans cette assertion une grave erreur. Le côté logique, dit-il fort justement, n'est pas le seul ; il y a aussi le côté psychologique, et, selon nous, il prouve que l'existence positive de l'absolu est une donnée nécessaire de la conscience. »

« Là est la base de l'accord entre la religion et la science. Dans un chapitre... intitulé *Réconciliation*, M. Spencer établit et développe cet accord sur son véritable terrain.

. . . .

« M. Spencer, en restant sur le terrain de la logique et de la psychologie, et sans recourir à une intervention surnaturelle, a établi la légitimité, la nécessité et l'éternelle durée du sentiment religieux et de la religion [1]. »

1. *Le Sentiment religieux*, par A. Grotz. Paris, J. Cherbuliez, 1870.

3° OBJECTION DE M. HODGSON

Nature du temps et de l'espace.

Ils ne sont pas des *formes de toute intuition sensible.* — Objection tirée du son. — Ils ne sont pas des *réalités*, étant sans attributs, et ne pouvant être conçus ni avec ni sans limites. — Vacillations de la doctrine de Kant. — Objections à cette doctrine : l'espace pur peut être objet de pensée ; or une forme pure ne le pourrait. — Mais si l'espace et le temps nous sont incompréhensibles, cette impuissance de notre esprit n'est pas tout ce que nous savons de l'absolu. — Nous en avons une notion positive.

J'arrive à ce qu'a dit sur mon compte le Dr Shadworth H. Hodgson, dans son Essai sur *l'Avenir de la métaphysique*, publié dans la *Revue contemporaine*, novembre 1872. En ce qui concerne les points où il se déclare d'accord avec moi, je me contente de dire que j'attache du prix à cet assentiment, qui me vient ainsi d'un homme d'esprit subtil et indépendant; mais je m'en tiendrai aux points où nous différons. Avant d'exposer ses propres idées, le Dr Hodgson expose brièvement et critique les doctrines de Hegel et de Comte, avec lesquels il est d'accord à certains égards, et en désaccord ailleurs; ensuite, il arrive à la doctrine que j'ai mise en avant, et la critique. Il donne d'abord de ma thèse un rapide exposé, auquel j'hésite à adhérer; puis il poursuit :

« Dans ses *Premiers Principes*, 1re partie de la 2e édition, il y a un chapitre intitulé « Idées suprêmes de la science » ; l'auteur énumère six idées ou groupes d'idées de ce genre, et il s'efforce de montrer qu'elles sont tout à fait incompréhensibles. Les voici : 1° temps et espace ; 2° matière; 3° repos et mouvement ; 4° force ; 5° conscience; 6° l'âme ou le moi. Ce serait une trop longue entreprise d'aborder ici l'étude détaillée de toutes ces idées ; mais je vais

prendre le premier des six groupes, et, sur cet exemple, je tâcherai de démontrer combien la doctrine de M. Spencer est insoutenable; comme d'ailleurs les arguments que j'emploierai sont les mêmes dont on pourrait se servir contre les autres groupes, je consens à ce que ma démonstration passe pour nulle en général, s'il est prouvé qu'elle est nulle en ce qui concerne le temps et l'espace. »

J'accepte volontiers le débat dans les conditions que propose le Dr Hodgson; et je vais examiner un à un les divers arguments dont il se sert pour détruire mes conclusions. Je suis l'ordre même qu'il a choisi pour exposer ses objections; et je commence par une phrase qui arrive après celles que je viens de citer. En voici la première partie : « La notion métaphysique de l'espace et du temps consiste en ce qu'ils entrent comme éléments dans tout phénomène, soit perçu (présenté), soit représenté. »

Par la « notion métaphysique » en question, faut-il entendre celle de Kant? ou celle du Dr Hodgson lui-même? faut-il prendre cette expression dans quelque sens plus général? En tout cas, je n'ai qu'une réplique à faire : c'est que la notion métaphysique est incorrecte. Quand j'ai traité de la forme donnée à cette doctrine par Kant, qui fait de l'espace une forme d'intuition, j'ai fait voir que l'espace est uni indissolublement à certaines classes de phénomènes, à l'exclusion des autres; que d'habitude Kant considère les phénomènes d'ordre visible et tangible, auxquels l'espace est inséparablement uni dans la conscience, et néglige les autres ordres, auxquels il n'est pas uni inséparablement. A vrai dire, chez l'adulte, la perception du son implique certaines notions d'espace; mais ces notions y sont pour la plupart, sinon toutes, jointes, par suite d'expé-

riences de l'individu; sans doute aussi, il semble résulter des observations si instructives de M. Spalding que, chez certains animaux dont le système nerveux est au moment de la naissance bien plus développé que chez nous à la même époque, il existe une sorte de perception innée du côté d'où vient le son; toutefois on peut démontrer que les notions d'espace impliquées dans la perception du son ne sont pas jointes à la sensation primitivement, comme le serait sa forme d'intuition. Rappelons-nous la théorie de Kant : que l'espace est la forme des intuitions sensibles, non-seulement quand elles sont *présentes*, mais à l'état même de *représentations;* et considérons à cet égard nos notions musicales. Ainsi que je l'ai déjà donné à entendre ailleurs à mes lecteurs :

« Observez ce qui se passe en vous quand une mélodie vient à occuper votre imagination. Les notes et leur cadence vont se répétant en vous, sans intervention d'aucune idée d'espace; elles ne sont pas localisées. Vous pouvez vous souvenir du lieu où vous les avez entendues, ou bien ne pas vous en souvenir : l'association ne sera qu'accidentelle. Par cette observation, vous verrez que si des notions d'espace sont impliquées dans les perceptions de sons, elles ont été acquises en suite des expériences de l'individu, et ne sont pas données dans les sons eux-mêmes. Il y a plus : il nous suffit de rappeler la définition de la forme telle que la donne Kant, pour prouver cette thèse d'une façon simple et concluante. La forme, dit Kant, est « ce grâce à quoi le contenu du phénomène peut être « ordonné sous de certaines relations ». Or comment le contenu du phénomène que nous appelons son pourrait-il être ordonné de la sorte? Les parties en peuvent être rangées dans l'ordre de succession, c'est-à-dire dans le temps. Mais il n'est pas possible de les ordonner dans l'ordre de la coexistence, c'est-à-dire dans l'espace. Et il en est de même de l'odeur. Si l'on croit que le son et l'odeur ont pour forme de leur intuition l'espace, on pourra aisément se convaincre du contraire, en essayant de déterminer la droite et la gauche d'un son, ou d'imaginer une odeur retournée sens dessus dessous. » (*Principes de psychologie*, § 399, note.)

Ainsi je n'accepte pas « la théorie métaphysique de l'espace et du temps », qui en fait « des éléments de tout phénomène », et je crois en avoir de bonnes raisons : dès lors, on ne saurait s'étonner si je n'accepte pas la première objection de M. Hodgson, qu'il tire ensuite de cette théorie. Le Dr Hodgson traite d'abord des arguments sur lesquels j'ai établi l'incompréhensibilité de l'espace et du temps en tant que réalités objectives, et reproduit en d'autres termes la conclusiou que j'en tire : « Puisque l'espace et le temps ne peuvent être ni deux non-êtres, ni des attributs d'entités, nous n'avons pas d'alternative : il nous faut y voir des entités. » Puis il poursuit :

« Jusqu'ici, rien que de bien. Mais ensuite, pour prouver qu'on ne peut les représenter dans la pensée comme des réalités, il affirme que « nulle chose ne peut être conçue absolument, sans être conçue « avec des attributs. » Or, voici que la théorie métaphysique nous met à même de les concevoir comme des réalités actuelles, et ainsi renverse l'argument qui les déclare inconcevables ; car ici, pour second élément, pour élément matériel, nous avons le fait de conscience ou la qualité qui occupe l'espace et le temps ; l'un ou l'autre fait la fonction des attributs exigés, et, uni avec l'espace et le temps occupés, constitue le phénomène empirique de la perception. Ainsi donc, en ce qui concerne ce second argument de M. Spencer, nous avons le droit de dire que sa thèse, l'impossibilité de concevoir l'espace et le temps comme des réalités actuelles, n'est pas établie. »

Y a-t-il de ma faute? Je ne saurais le dire; mais je ne vois pas comment mon argument se trouve renversé par là. Au contraire, il me semble qu'on m'en accorde le fond. Quel est ce genre d'entité, qui ne peut exister qu'à la condition d'être occupé par quelque chose d'autre ? Le raisonnement du Dr Hodgson admet tacitement que l'espace *par lui-même* ne

peut ère conçu comme une réalité; et c'est là tout ce que j'ai avancé.

Le Dr Hodgson s'occupe ensuite de l'argument suivant, bien familier à tous mes lecteurs, et par lequel j'ai fait voir une autre difficulté, et insurmontable, qui empêche de concevoir l'espace et le temps comme des entités objectives; c'est à savoir que « toutes les entités à nous connues sont en fait limitées... Or, en ce qui concerne le temps et l'espace, nous ne saurions affirmer ni qu'ils sont limités, ni qu'ils sont illimités. » Je ne citerai pas ici tout au long les raisons qu'allègue le Dr Hodgson pour distinguer l'espace objet de *perception* d'avec l'espace objet de *conception :* je me bornerai à citer la conclusion où il se trouve amené : « Ainsi l'espace et le temps, en tant que perçus, ne sont pas finis, mais infinis; en tant que conçus, ils ne sont pas infinis, mais finis. »

La plupart des lecteurs seront bien surpris d'apprendre que la conception est inférieure en extension à la perception; mais je n'insiste pas, et je me contente de demander quel est le cas où l'espace est perçu comme infini. Assurément, le Dr Hodgson ne veut pas dire qu'il peut percevoir tout l'espace environnant d'un seul coup, qu'il peut, dans sa perception, rassembler l'espace qui est derrière lui avec l'espace qui est devant. C'est pourtant là une conséquence inévitable de ses paroles. Mais prenons sa proposition moins au pied de la lettre; négligeons ce fait que, dans la perception, l'espace est d'ordinaire limité par des objets plus ou moins distants; examinons sa thèse en la plaçant sous le jour le plus favorable. Prenons ce cas : l'œil est dirigé en haut, vers un ciel clair; l'espace ainsi perçu

n'est-il pas limité par les côtés? Le champ visuel, borné par l'ouverture des yeux, ne peut mesurer de droite à gauche 180°, et, dans la direction perpendiculaire à la précédente, il est encore plus restreint. Même dans la troisième direction, la seule évidemment à laquelle songe le Dr Hodgson, on ne peut dire exactement que la perception s'étende à l'infini. Considérez un point dans le ciel situé à 1,000 milles (1600 k.) de distance. Maintenant regardez un point situé à un million de milles. Quelle différence faites-vous entre les deux perceptions? Aucune. Eh bien! comment voulez-vous percevoir une distance infinie, quand deux distances prodigieusement différentes ne peuvent être perçues comme différentes entre elles ni comme différentes d'une distance infinie? Le Dr Hodgson s'est mépris sur les mots. Au lieu de dire que l'espace est perçu comme infini, il devait dire que, pour la perception, l'espace est fini selon deux dimensions, et que selon la troisième il devient indéfini, quand cette dimension elle-même devient très-grande.

J'arrive au second paragraphe, qui commence ainsi : « M. Spencer passe alors à la deuxième hypothèse, l'hypothèse subjective, celle de Kant. » Il n'est pas très-commode de répondre à ce paragraphe, parce que le Dr Hodgson y critique mon argumentation à la fois du point de vue de Kant et du sien propre. A en croire le Dr Hodgson, m'écartant en cela de la théorie de Kant, « je tiens l'espace et le temps d'une part, le fait de conscience, l'élément matériel, d'autre part, pour également et semblablement objectifs. » Je ne puis comprendre cette phrase; je ne pourrai donc m'occuper des arguments

que le Dr Hodgson en tire contre moi, et je dois m'en tenir aux objections qu'il m'adresse au nom de Kant.

« Je crois, dit-il, que M. Spencer se fait de la théorie de Kant une idée fort incorrecte; ce qui le trompe c'est, semble-t-il, ce mot très-étendu de non-moi. Pour Kant, l'espace et le temps étaient *dans leur origine* subjectifs; mais, une fois appliqués au non-moi, ils passaient à l'état de phénomènes, et jouaient le rôle d'élément formel dans ces phénomènes dont les uns relevaient du sens intime, donc du moi, et les autres des sens extérieurs, du non-moi. Le non-moi auquel les formes de l'espace et du temps ne s'appliquaient pas et ne se rapportaient pas, c'était la chose en soi (*Ding an sich*), mais non pas le non-moi phénoménal. Ainsi donc, l'espace et le temps existent objectivement dans les phénomènes, mais non dans la chose en soi : voilà la conséquence naturelle et nécessaire de la conception kantienne touchant leur origine subjective. »

Si j'ai commis contre Kant l'erreur d'interprétation qui m'est reprochée, alors, je dois l'avouer, j'avais prêté à Kant une hypothèse moins sujette à objection que celle à laquelle il s'est attaché. Son idée était, à mon sens, que l'espace, forme d'intuition appartenant au *moi*, est imposé par le *moi* au *non-moi* (et sous ce nom j'entendais la chose en soi) dans l'acte de l'intuition. Mais, à ce que j'apprends maintenant, la doctrine de Kant est que l'espace a sa racine dans le *moi;* qu'appliqué au *non-moi* il produit les phénomènes (le *non-moi* étant ici de toute nécessité la chose en soi, *Ding an sich*) ; qu'enfin les phénomènes ainsi produits deviennent des réalités objectives, et avec eux l'espace à eux attribué par le sujet. Le sujet ayant imposé l'espace comme forme à l'objet primordial, à la chose en soi, et par là créé des phénomènes, là-dessus cet espace devient une réalité objective, indépendante et du sujet et de la

primitive chose en soi! Il se peut que, pour le Dr Hodgson, cette thèse soit plus soutenable que la thèse attribuée par moi à Kant; mais, pour mon compte, elle me semble simplement multiplier les propositions inconcevables qui se trouvent déjà dans celle-ci. Je n'y veux pas toucher davantage ; je ne trouve pas que mes arguments contre l'hypothèse de Kant soient fort affaiblis [1].

Voici la suite de l'objection du Dr Hodgson :

« Mais M. Spencer apporte un second argument pour prouver que l'espace et le temps sont inconcevables : « Si l'espace et le temps « sont des formes de la pensée, ils ne pourront jamais être pensés : « car il est impossible qu'une même chose soit à la fois la *forme* et « la *matière* de la pensée... » Un exemple montrera bien où est ici le paralogisme. Aurait-on bien démontré que tout syllogisme est inconcevable, en disant qu'il ne peut être à la fois la forme et la matière d'une pensée? Ne pouvons-nous syllogiser touchant le syllogisme? Ou, plus simplement encore : un chien ne peut pas se mordre, parce qu'il est impossible d'être à la fois ce qui mord et ce qui est mordu. »

1. Au lieu de me reprocher d'avoir mal interprété Kant en ce point, le docteur Hodgson aurait pu faire voir que, dans des passages successifs, Kant a changé le sens des mots dont il se sert, au point de laisser place aux deux interprétations à la fois. Au début de sa *Critique de la raison pure*, il dit : « L'effet d'un objet sur la faculté de percevoir, en tant que nous en sommes affectés, est la *sensation*. Toute intuition qui a besoin, comme intermédiaire, pour entrer en rapport avec un objet, de la sensation, est dite *empirique*. L'objet indéterminé d'une intuition empirique est dit *phénomène*. Ce qui, dans un phénomène, correspond à la sensation, je l'appelle *matière* du phénomène. » (Ici, qu'on se rappelle la définition qui vient d'être donnée des phénomènes : il s'agit manifestement de la réalité objective.) « Mais ce grâce à quoi le contenu * du phénomène peut être ordonné selon de certains rapports, je l'appelle *forme* du phénomène. » (Ici donc, le mot *forme* se rapporte à la réalité objective.) « Or ce dont l'unique office est de permettre à nos sensations de s'ordonner en lui-même et de se disposer selon une forme déterminée ne saurait être lui-même une sensation... » (Dans cette phrase, le mot *forme* se rapporte visiblement à la réalité subjective.) En commençant, le *phénomène* et la *sensation* se distinguent l'un de l'autre comme l'objectif du subjectif ; puis, à la fin, il est encore parlé de la *forme*, et alors elle est rapportée d'abord à l'un, puis à l'autre, comme si les deux ne faisaient qu'un.

* Il y a dans Kant « das Mannigfaltige », le multiple. (TR.)

Si le Dr Hodgson avait cité en entier le passage d'où il extrait la phrase ci-dessus, ou s'il l'avait examinée en la rapportant à la doctrine de Kant, dont il y est question (c'est cette doctrine, que l'espace persiste dans la pensée après qu'on en a chassé tout le contenu; ce qui suppose qu'alors l'espace est la chose qui occupe la conscience, l'*objet* de la conscience), il aurait vu que sa réplique n'a nullement la force qu'il croit. Pour reprendre son premier exemple, qu'il se pose cette question : s'il est possible de « syllogiser sur le syllogisme », quand le syllogisme n'a aucun contenu, ni symbolique ni autre, quand il a néant pour majeure, néant pour mineure, et néant pour conclusion. Il verra alors que le syllogisme, considéré comme vide de termes de toute espèce, ne peut être objet de syllogisme; la « forme pure » du raisonnement (à supposer que le syllogisme fût cette forme, ce qui n'est pas), une fois débarrassée de tout ce qu'elle contient, ne peut plus être représentée dans la pensée, et ainsi on n'en peut plus raisonner. Suivons le Dr Hodgson dans son second exemple ; je dois le dire, je suis étonné de voir un métaphysicien aussi pénétrant y recourir. Pour qu'un exemple ait quelque valeur, il faut que les termes du fait pris pour exemple aient entre eux un rapport semblable à celui qui unit les termes du fait principal. Le Dr Hodgson croit-il réellement qu'il y ait, entre un chien et la partie de lui-même qu'il mord, le même rapport qu'entre la *matière* et la *forme?* Soit un chien qui se mord la queue. Alors, selon le Dr Hodgson, le chien, en tant qu'il mord, représente la forme considérée comme faculté mentale qui contient; et la queue, en tant que mordue, représente cette même faculté

mentale considérée comme contenue. Maintenant, imaginons que le chien perde sa queue. Pourrez-vous séparer semblablement la faculté mentale comme contenant de la faculté mentale comme contenue? La forme mentale, après avoir été privée de tout contenu, et même de celui qu'elle se fournirait (à supposer qu'elle pût être son propre contenu), existerait-elle toujours, de la même façon qu'un chien existe après avoir perdu sa queue? L'exemple d'ailleurs eût-il été applicable, je ne me serais guère attendu à voir le Dr Hodgson s'en contenter. J'aurais cru qu'il lui eût paru préférable d'attaquer mon argumentation directement, et non pas indirectement. Pourquoi n'avoir pas renversé le raisonnement dont je me sers dans les *Principes de psychologie* (§ 399, 2e édit.)? Là, après avoir cité l'aveu de Kant, que « l'espace et le temps ne sont pas seulement des formes de l'intuition sensible, mais sont eux-mêmes des *intuitions*, » j'ai écrit ce qui suit :

« A y regarder de plus près, le désaccord des deux propositions devient plus visible encore. Kant dit : « Ce qui, dans le phénomène, « correspond à la sensation, je l'appelle *matière* du phénomène; « mais ce en vertu de quoi le contenu du phénomène peut être « ordonné selon certains rapports, je l'appelle *forme* du phénomène. » Notez bien cette définition de la forme : ce en vertu de quoi le contenu... peut être ordonné selon certains rapports; et revenons au cas où l'intuition qui occupe la conscience, c'est l'intuition de l'espace. Le contenu de cette intuition peut-il « être ordonné selon « certains rapports », oui ou non? Il peut l'être, ou plutôt *il l'est*. On ne peut penser l'espace, sans lui reconnaître des parties, voisines et éloignées, situées dans telle direction et dans telle autre. Maintenant, si la forme d'une chose est ce « en vertu de quoi le « contenu... peut être ordonné selon certains rapports », alors, quand le contenu de la conscience est l'intuition de l'espace, laquelle a « des parties susceptibles d'être ordonnées selon certains rapports », cette intuition doit avoir une forme. Quelle est cette forme? Kant

ne nous le dit pas : il ne paraît pas songer qu'il doit y avoir une telle forme ; et il ne pouvait s'en apercevoir, à moins de renoncer d'abord à son hypothèse qui fait de l'intuition de l'espace une intuition primordiale. »

Quand le Dr Hodgson m'aura appris comment ce « en vertu de quoi le contenu... peut être ordonné selon certains rapports » peut aussi être pour soi-même ce en vertu de quoi il peut souffrir une semblable coordination selon ces mêmes rapports [1], je serai tout prêt à me rendre. Jusque-là, je ne m'émouverai que médiocrement de toute comparaison tirée de la faculté du chien, de se mordre lui-même.

Voilà comment le Dr Hodgson croit renverser mes arguments et cette conclusion que, considérés en eux-mêmes, « l'espace et le temps sont entièrement incompréhensibles » (il se sert toujours, en mon nom, du mot « inconcevable », qui, par les idées étrangères qu'il appelle, peut jeter un faux jour sur ma thèse). Là-dessus, il poursuit :

« Néanmoins M. Spencer va se servir de ces idées inconcevables pour y fonder sa philosophie. Notez-le bien, c'est l'espace et le temps tels que nous les connaissons, l'espace et le temps actuels et phénoménaux, qui se trouvent ainsi inconcevables à divers égards. Le résultat auquel devrait, en bonne logique, arriver M. Spencer, c'est donc le scepticisme. En fait, quelle est sa conclusion ? Une ontologie. Et comment cela ? C'est qu'au lieu de rejeter l'espace et le temps, comme ils le méritaient, étant ces choses inconcevables qu'il s'est efforcé de révéler en eux, il leur substitue un Inconnaissable, un je ne sais quoi : ils sont réellement ce je ne sais quoi, bien qu'il ne puisse être connu de nous ; et c'est lui que M. Spencer rejette du domaine de la connaissance, à leur place. »

1. M. Spencer demande comment l'espace, forme de toute intuition, peut devenir à son tour un objet d'intuition. Car cette dernière intuition doit avoir aussi une forme, qui ne peut être autre que l'espace. Et ainsi l'espace est à la fois lui-même et sa forme d'intuition, ce qui est contraire à la distinction entre la forme et la matière. (TR.)

Cette proposition ne m'a pas peu surpris. Ainsi voilà un lecteur des plus compétents; il a sous les yeux le volume qu'il cite, et c'est à ce point qu'il méconnaît le sens des passages (§ 26) déjà indiqués ci-dessus et où je combats Hamilton et Mansel! Là-dessus, je désespère presque de me faire comprendre d'un lecteur ordinaire. Dans cette section de mon ouvrage, j'ai soutenu d'abord que la conscience d'une réalité dernière, bien qu'elle ne puisse devenir une pensée, au sens propre, parce qu'elle ne peut être enfermée dans des limites, n'en demeure pas moins une conscience *positive*; de ce qu'on nie en elle toute limite, elle ne devient pas pour cela négative. J'ai fait cette remarque :

« L'erreur (où très-naturellement sont tombés des philosophes préoccupés de démontrer les limites et les conditions de la conscience) consiste ici à admettre que la conscience contient *uniquement* des limites et des conditions; et ainsi à négliger tout à fait l'objet limité et conditionné. Il y a, on l'oublie, quelque chose qui d'une part constitue la matière brute de toute pensée déterminée, et qui de l'autre subsiste après qu'on a détruit la détermination que lui confère l'acte de penser, » quelque chose qui « persiste encore en nous, comme le corps d'une pensée à laquelle nous ne pouvons donner aucune forme. »

C'est cet élément *positif* de la conscience, « à la fois nécessairement indéfini et nécessairement indestructible, » qui me paraît être la conscience de la réalité inconnaissable. Pourtant, selon le Dr Hodgson, « M. Spencer va se servir de ces idées inconcevables pour y fonder sa philosophie; » il donne ainsi à entendre que ce fondement-là est fait de négations, au lieu d'être constitué par ce qui persiste *en dépit de la négation de toute limite.* Il ne s'en tient pas à détourner, je pourrais

presque dire à retourner ainsi ma pensée ; il laisse entendre que je prends pour base de la philosophie ces « idées inconcevables », ou « notions contradictoires en elles-mêmes », que l'on rencontre au bout de toute tentative pour comprendre l'espace et le temps. Il m'attribue cette intention de faire sortir par évolution la substance de la forme, ou plutôt des négations de formes; il n'indique pas à ses lecteurs que le Pouvoir dont nous connaissons les manifestations est ce que j'appelle l'inconnaissable, au lieu que ce que nous appelons espace et temps répond à la liaison inconnaissable de ces manifestations. Et pourtant le chapitre dont je tire mes citations et surtout le chapitre suivant mettent ces vérités en lumière, aussi bien pour le moins que je pourrais le faire par des exposés réitérés et en choisissant mes termes.

4° OBJECTION DE MAX MULLER

L'Origine des idées; l'auteur entre Locke et Kant.

Difficulté qu'ont à se faire comprendre les doctrines de conciliation. — Situation de l'auteur à l'égard de Kant : il admet l'*innéité actuelle* des principes; mais il les fait imprimer dans le sujet par l'objet. — Sa situation à l'égard de Locke : il agrandit simplement le champ de l'expérience, à l'aide de l'*hérédité*. — Contre l'*Esthétique transcendentale* de Kant.

Les systèmes de philosophie, comme ceux de théologie, suivent la loi générale d'évolution; chacun d'eux, par la suite des temps, devient plus rigide en même temps que plus complexe et plus déterminé; ils deviennent aussi moins capables de modifications; ils répugnent à tout compromis et doivent être remplacés par les systèmes plus plastiques, leurs descendants.

Ainsi en est-il de l'empirisme pur et du transcendentalisme pur. Jusqu'à ce jour, les disciples de Locke ont cru pouvoir expliquer tous les phénomènes moraux par l'accumulation des expériences propres à l'individu ; les critiques ne les ont décidés qu'à préciser leurs explications : ils voulaient ignorer les arguments qui en prouvent l'insuffisance. D'autre part, les disciples de Kant affirment cette insuffisance, et le sentiment qu'ils en ont les conduit à une théorie opposée ; mais cette théorie, ils s'obstinent à la défendre sous une forme où elle offre des contradictions irrémédiables. C'est alors, quand on vient leur offrir un moyen de réconciliation, que se montre l'esprit de résistance à tout compromis : chaque parti continue à prétendre à la possession de la vérité, sans partage. On a fait voir que tous les obstacles élevés contre la doctrine de l'expérience disparaissent, si aux effets de l'expérience individuelle on joint ceux de l'expérience des ancêtres ; la doctrine, sous son ancienne forme, n'en trouve pas moins aujourd'hui même des adhérents. Et, de leur côté, les kantiens s'obstinent à affirmer que le *moi* naît avec des formes d'intuition entièrement indépendantes de quoi que ce soit dans le non-moi, alors qu'on a déjà trouvé le moyen d'expliquer assez bien l'innéité de ces formes, pour échapper aux difficultés insurmontables que soulève, dans sa forme originelle, cette théorie.

Ce qui m'amène à parler ainsi, ce sont les remarques qu'a faites, concernant mes idées, et sur un ton dont j'espère imiter l'urbanité, le professeur Max Müller, dans une leçon à l'Institution royale, en mars dernier [1]. Avant de m'occuper

1. Voir le *Frazers Magazine* de mai dernier.

des critiques contenues dans cette leçon, je dois faire mes réserves sur l'interprétation que l'auteur donne de mes idées, et d'où il ressort qu'elles tiendraient de plus près à celles de Kant qu'à celles de Locke.

« Que faut-il penser de la formation, aux temps préhistoriques, de ces dispositions innées, de ces conditions héréditaires de toute pensée, telle que l'expose M. Herbert Spencer? « Il importe peu pour l'objet que se proposait Kant. M. Herbert Spencer reconnaît dans notre esprit un élément qui n'est pas le produit de notre propre expérience *à posteriori;* dès lors, il est foncièrement kantien ; d'ailleurs, nous le verrons, il est kantien à d'autres égards encore. Si l'on pouvait démontrer que des modifications subies par les nerfs, s'accumulant au cours des générations, ont dû en fin de compte produire certaines dispositions des nerfs, d'autant plus déterminées que le sont plus les relations extérieures correspondantes, nous autres disciples de Kant, nous n'aurions qu'une chose à faire : à la place des intuitions de l'espace et du temps, dont parle Kant, mettre « les relations constantes dans l'espace, qui sont exprimées par des dispositions définies des nerfs, dispositions en vertu desquelles les nerfs sont prêts à agir de certaines façons déterminées et incapables d'agir autrement. » Si M. Herbert Spencer ne s'était pas mépris sur le sens exact de ce que Kant appelle les intuitions de l'espace et du temps, il se serait aperçu qu'à part sa théorie de l'origine préhistorique de ces intuitions, il était complètement d'accord avec Kant. »

A propos de ce passage, je ferai remarquer d'abord que le mot « préhistorique » s'applique d'ordinaire à l'histoire de la seule humanité, qu'en l'appliquant à l'histoire des êtres vivants en général on s'expose à des malentendus; et l'usage que le professeur Max Müller en fait me laisse dans le doute sur le point de savoir s'il conçoit correctement l'hypothèse à laquelle il fait allusion.

En second lieu, considérons cette phrase : je suis « complè-

tement d'accord avec Kant », « *à part* » la « théorie de l'origine préhistorique de ces intuitions ». Ne dirait-on pas que peu importe, en somme, si les formes de la pensée sont regardées comme *s'étant engendrées naturellement*, grâce aux relations de l'organisme avec le milieu ambiant, au cours de l'évolution qui, des types inférieurs, a tiré les plus élevés, ou si on doit les regarder comme *données surnaturellement* à l'esprit humain, et comme indépendantes et du milieu ambiant et de l'esprit des ancêtres. Enfin j'arrive au point essentiel, et je réponds à cette proposition que je me suis « mépris sur le sens exact de ce que Kant appelle les intuitions de l'espace et du temps » : le professeur Max Müller a, je crois, négligé certains passages qui justifient mon interprétation et qui rendent la sienne insoutenable. Ainsi Kant dit : « L'espace n'est *rien autre* que la forme de tous les phénomènes de la perception extérieure; » et plus loin : « Le temps n'est *rien que* la forme de notre intuition intérieure; » et, pour reprendre les expressions dont je me suis servi ailleurs, « il rejette expressément cette hypothèse qu'il y aurait des formes du *non-moi* correspondant à ces formes du *moi;* il le dit : l'espace n'est pas un concept qui ait été dérivé de l'expérience externe. » Or ces propositions, bien loin de s'accorder avec la théorie que je soutiens, en sont la contradictoire directe; et il me paraît que les unes sont tout à fait inconciliables avec l'autre. Comment peut-on dire qu' « à part » une certaine différence, traitée de banale, je suis « complètement d'accord avec Kant », lorsque d'après moi ces formes subjectives de l'intuition sont calquées sur quelque forme ou liaison objective, qu'elles lui correspon-

dent, qu'elles en sont par suite dérivées et en dépendent, au rebours de l'hypothèse kantienne, où ces formes subjectives ne sont pas extraites de l'objet, mais préexistent dans le sujet, sont imposées par le *moi* au *non-moi?* A ce qu'il me semble, non-seulement les paroles de Kant, ci-dessus rappelées, excluent la théorie que je soutiens, mais Kant, logiquement, n'aurait pu admettre cette théorie. Comme il reconnaissait, avec raison, ces formes de l'intuition pour innées, il était, à son point de vue, *obligé* de les regarder comme imposées à la matière de l'intuition, dans l'acte de l'intuition. Faute de l'hypothèse de l'évolution, appliquée à l'intelligence, il ne lui était *pas possible* de regarder ces formes subjectives comme dérivées de formes objectives.

Un disciple de Locke pourrait, ce me semble, déclarer la doctrine de l'évolution, appliquée à notre conscience de l'espace et du temps, essentiellement conforme à l'esprit de Locke, avec bien plus de vérité que le professeur Max Müller ne la dit kantienne. La théorie de l'évolution ne reconnaît que l'expérience ; si elle diffère de la doctrine primitive des partisans de l'expérience, c'est qu'elle donne plus d'étendue à la même idée. Aux effets en somme faibles de l'expérience de l'individu, elle joint les effets, en comparaison immenses, de l'expérience accumulée des individus antérieurs. La doctrine de Kant est ouvertement et absolument étrangère à l'expérience. On voit assez par là de quel côté la parenté est le plus étroite.

Le professeur Max Müller répond à mes objections contre Kant, mais ses répliques ne me paraissent pas plus solides que ce lien de filiation que je n'ai pu accepter. Un de ses arguments

est celui dont s'était servi le Dr Hodgson et auquel j'ai déjà répondu; et je pense que les autres, si on les compare aux passages des *Principes de psychologie* qu'ils touchent, ne paraîtront pas bien fondés. Si je les rapporte ici, c'est surtout pour montrer qu'en fixant à « trois les arguments que je dirige contre la théorie de Kant », il en amoindrit le nombre. Je vais terminer ce que j'ai à dire sur cette question tant discutée, en citant le résumé des raisons que j'ai invoquées contre l'hypothèse de Kant :

« Kant nous dit que l'espace est la forme de toute intuition extérieure; cela n'est pas vrai. Il nous dit que la conscience de l'espace persiste, après la suppression de la conscience de toutes les choses y contenues; cela non plus n'est pas vrai. De ces allégations, il *induit* que l'espace est une forme *a priori* de l'intuition. Je dis : *il induit*, parce que sa conclusion n'est pas liée nécessairement aux prémisses, comme la notion de deux par exemple s'offre nécessairement avec celle d'inégalité; c'est là une conclusion qu'il tire arbitrairement en vue d'expliquer les faits qu'il allègue. Ensuite, pour accepter cette conclusion, qui n'est pas nécessairement liée à ces faits prétendus, lesquels ne sont pas vrais, il nous faut affirmer diverses propositions qui ne peuvent être traduites en pensée. S'agit-il de l'espace en lui-même? nous avons à le considérer comme étant à la fois la forme et la matière de l'intuition; et cela est impossible. Il nous faut unir ce qui dans notre conscience nous apparaît comme l'espace avec ce qui dans la même conscience nous apparaît comme le *moi*, et voir dans l'un une propriété de l'autre; et cela est impossible. En même temps, il nous faut séparer ce qui dans notre conscience est l'espace d'avec ce qui, en elle, est le *non-moi*, et les regarder comme étrangers l'un à l'autre; et cela encore est impossible. Enfin, si l'espace, comme le veut cette hypothèse, n'est « rien autre » qu'une forme d'intuition appartenant entièrement au moi, il nous faut admettre de deux choses l'une : ou bien le *non-moi* est sans forme, ou bien celle qu'il a ne produit absolument aucun effet sur le *moi;* or les deux termes de l'alternative nous conduisent à des conséquences insupportables pour la pensée. » (*Principes de psychologie*, § 399.)

5° OBJECTIONS DE M. SIDGWICK

Les prétendues contradictions de l'auteur.

L'*acte mental* et l'*action nerveuse.* — L'un ne naît pas de l'autre.
Rapport de la *connaissance* à son *objet.* — Ils se correspondent et ne se ressemblent pas.
La conciliation du *réalisme* avec l'*idéalisme* par l'auteur. — Il existe une *réalité extérieure*, mais les *attributs* nous en sont inconnus. — Le *réalisme transfiguré :* il affirme la réalité du sujet, celle de l'objet, leur correspondance. — Quant à leur essence, il s'avoue ignorant. — Comparaison avec une équation à deux inconnues, dont chacune ne pourrait être dégagée qu'en fonction de l'autre. — L'objet de la connaissance n'est que d'établir une harmonie entre nos idées, et par là une correspondance entre nos actes et les phénomènes du monde.

Dans un compte rendu des *Principes de psychologie*, par M. H. Sidgwick, je trouve des objections d'une espèce différente, quoique non sans rapports avec celles qui précèdent : les observations d'un pareil critique, en fait de philosophie de l'esprit, sont toujours dignes d'un examen respectueux.

L'objet principal de M. Sidgwick est de faire voir, comme il le dit, « l'incohérence flagrante de ses conclusions métaphysiques (les miennes). » Parlant avec plus de précision, il exprime ainsi la proposition qu'il tient à justifier : « Son idée du sujet renferme, je crois, une contradiction essentielle ; cette contradiction éclate en diverses manières, et comme à la surface même de ses théories; mais la racine en est située bien plus profond : elle tient à l'impuissance où est l'auteur de coordonner les diverses tendances de sa pensée. »

Je vais examiner les raisons offertes à l'appui de ce jugement; mais d'abord une remarque : voyez l'utilité d'une objection sincère; non-seulement elle montre à un auteur en quels

points son ouvrage a besoin d'un renfort d'explications; mais elle lui révèle (et en cela elle est presque indispensable) des incohérences dont il ne s'était pas aperçu. Quand il arrive, et c'est le cas, que le sujet offre des aspects multiples; quand les termes fournis par la langue sont en nombre insuffisant, au point de nous réduire, par horreur des circonlocutions embarrassées, à prendre le même mot dans des sens qui varient selon le contexte, alors il est bien malaisé d'éviter les fautes d'expression. Mais, tout en avouant plus d'une faute de ce genre et les incohérences qui en résultent, je ne vois pas qu'elles soient, selon le mot de M. Sidgwick, essentielles; au contraire, elles sont superficielles, et la preuve, c'est qu'on peut les corriger sans altérer autrement les développements où elles se trouvent. En voici un exemple.

Une des remarques de M. Sidgwick est celle-ci : en traitant des « Données de la psychologie », j'ai dit (§ 96) que si, par induction, nous arrivions à « regarder l'esprit et l'action nerveuse comme la face subjective et la face objective d'une même chose, nous n'en demeurons pas moins impuissants à découvrir, et même à imaginer, la nature de leur corrélation. » (Je cite le passage plus intégralement qu'il ne fait.) Il poursuit. Dans la « Synthèse spéciale », où j'ai esquissé l'évolution de l'intelligence, la prenant sous la forme objective, dans les séries d'actes par lesquels les êtres des divers degrés de la hiérarchie s'accommodent aux actions du milieu, je « parle, dit-il, comme si » nous pouvions voir la manière dont la conscience « surgit naturellement dès qu'est atteint un certain degré déterminé » de l'activité nerveuse. Le chapitre auquel

il se rapporte ici décrit cet « établissement d'une distinction entre la vie psychique et la vie physique », qui se produit avec le progrès de l'organisme, et notamment avec le progrès et le développement du système nerveux. Là, j'ai établi ce fait : tandis que les changements dont se compose la vie physique continuent à avoir pour caractéristique la *simultanéité* avec laquelle les diverses séries de ces faits s'accomplissent dans tout l'organisme à la fois, les changements dont se compose la vie psychique, et qui apparaissent au cours du progrès du système nerveux, se distinguent de plus en plus par ce trait, qu'ils sont *successifs*. Et à mesure que le système nerveux devient plus un, à mesure, ai-je dit, « doit apparaître une série ininterrompue de tels changements, c'est-à-dire une conscience. » Maintenant, je le reconnais, il y a là une contradiction apparente. J'aurais dû dire : « Il doit apparaître une série ininterrompue de tels changements, » et cette série, se produisant dans le système nerveux d'un être à l'organisation élevée, donne à sa conduite de la cohérence ; elle est, nous l'admettrons, accompagnée d'une conscience, car une conscience est, chez nous-mêmes, le corrélatif d'une conduite coordonnée. Que M. Sidgwick veuille bien substituer cette façon de dire la chose à la façon précédente ; il verra que tout, arguments et conclusions, demeure intact. L'objet du chapitre, il suffit d'y jeter un coup d'œil d'ensemble pour s'en assurer, n'est pas le moins du monde d'expliquer comment les changements nerveux, en tant qu'ils sont des vibrations moléculaires, des ondes, deviennent ces impressions mentales, dont l'ensemble est la conscience ; l'auteur y embrasse les faits objectifs qui se

produisent dans l'ensemble des êtres vivants, et met en lumière une distinction capitale, entre les actes de la vie en général, et les actes vitaux particuliers qui, apparaissant chez un être, nous font dire qu'il a de l'intelligence. Il fait voir que ces actes-là se produisent de plus en plus nettement, et dans la proportion même où les phénomènes accomplis dans la partie appelée système nerveux deviennent plus nettement successifs, grâce à leur réunion en un centre suprême qui coordonne tout. Et si j'ai laissé le mot de conscience se glisser là, c'est dans mon effort pour mettre en évidence le caractère fondamental de ces phénomènes physiologiques, et qui *correspond* à un caractère fondamental des phénomènes psychologiques.

Voici un autre exemple de la manière dont M. Sidgwick fait sortir une contradiction, à ses yeux capitale, de ce qui, je crois, aurait pu ne lui paraître qu'une expression défectueuse ; mais je veux citer ses propres termes. C'est à propos de l'une de mes théories :

« L'auteur nous dit : « La logique, dans ses propositions, con-
« sidère certaines liaisons affirmées, et qui sont nécessairement enve-
« loppées dans certaines autres liaisons données ; *toutes ces liaisons*
« *sont regardées comme existant dans le non-moi*, non pas, peut-
« être, avec la forme que nous leur connaissons, mais en quelque
« manière. » Mais au § 473, où M. Spencer éclaircit à l'aide d'un diagramme son « Réalisme transfiguré », la théorie semble être la suivante : à vrai dire, nous ne pouvons affirmer que le *non-moi* réel ressemble, quant à « ses éléments et à leurs relations ou « lois », à la notion que nous en avons, mais nous pouvons dire : tout changement survenant dans la réalité objective cause dans l'état du sujet un changement exactement correspondant, correspondant en une telle manière, qu'il « *constitue une connaissance du premier.* » Ici, le « je ne sais quoi qui dépasse la conscience » n'est plus présenté comme inconnu, puisque son action sur la conscience constitue une connaissance de lui-même. »

La contradiction apparente, et qui est dans les mots en italique, ne se serait pas produite si, au lieu de dire « une connaissance », j'avais dit, comme je le devais, « *ce que nous appelons* une connaissance », c'est-à-dire si j'avais parlé de connaissance relative, en la distinguant d'une connaissance absolue. Dans le langage courant, on appelle connaissances ces liaisons formées dans la pensée et qui nous guident dans notre conduite à l'égard des choses, si bien que l'expérience justifie en fait nos prévisions idéales : et nous en distinguons, à l'aide de termes contraires, ces liaisons formées dans la pensée et qui nous induisent en erreur. Il y a de la différence entre accepter une connaissance pour relativement vraie et l'admettre comme vraie absolument : un exemple le fera assez voir. Il n'y a aucune espèce de ressemblance directe entre les grandeurs, formes, couleurs et dispositions des chiffres d'un livre de comptes, et les sommes ou denrées, les dettes ou créances, ainsi représentées; et pourtant les formes et les dispositions des symboles écrits sont si convenables, qu'elles répondent avec une parfaite exactitude aux quantités des diverses denrées et aux différentes espèces d'affaires. Aussi disons-nous, par figure, que le livre de comptes « nous rapporte » tout ce qui concerne ces quantités et ces affaires. De même, le diagramme dont parle M. Sidgwick nous met à même de concevoir comment des symboles, imprimés en nous par les objets, peuvent, tout en ayant des formes et des combinaisons différant entièrement de leurs causes objectives et de la liaison qui unit ces causes, offrir cependant des relations telles, qu'ils nous dirigent convenablement dans nos rapports

avec ces causes objectives, et comment, *en ce sens*, ils constituent une connaissance de ces causes; bien qu'ils ne constituent pas des connaissances au sens absolu, non plus que les symboles du livre de comptes, qui nous servent de guides, ne constituent des notions des choses auxquelles ils se rapportent. Cette idée est si fréquemment reproduite, sous forme implicite, tout le long des *Principes de psychologie*, que je m'étonne de me voir soupçonné, à propos d'une expression un peu lâche, d'en admettre une autre.

Je ne suivrai pas M. Sidgwick dans les objections variées du même genre et auxquelles s'appliquerait une réponse analogue : il y faudrait plus de place que je n'en peux prendre ici. Je dois maintenant me rabattre sur cette « contradiction primordiale », dont les autres incohérences sont à ses yeux des signes. Il s'agit de la réconciliation de l'idéalisme avec le réalisme : il y voit un compromis impossible. Il est ordinaire que de vieux adversaires aient de la peine à faire alliance. Quant un homme a épousé l'une des deux théories contraires, et qu'à force de la défendre il est parvenu à entendre d'une certaine façon la théorie opposée, c'est pour lui une habitude acquise de voir en elles deux les deux termes d'une alternative la seule possible, et il répugne à une hypothèse qui se confond avec les deux autres, et qui n'est ni l'une ni l'autre. Et pourtant, comme, dans presque tous les cas, il se trouve en fin de compte que chacune des doctrines en conflit enferme une part de vérité, et que la controverse finit par une combinaison des demi-vérités que chacune contient, *a priori* les chances sont en faveur d'une hypothèse qui complète le réalisme à l'aide de l'idéalisme.

M. Sidgwick s'étonne, ou plutôt invite ses lecteurs à s'étonner, de ce que, tout en acceptant les critiques des idéalistes, je m'attache néanmoins à l'intuition essentielle du sens commun; et de ce que, comme il dit, je « tire à bout portant avec (mon) argument, sur Kant, Mill et les *métaphysiciens* en général. »

« A ce qu'il nous dit, les métaphysiciens tiennent, sans raison, que « des croyances où l'on arrive par des opérations intellectuelles « complexes » surpassent en valeur d'autres « croyances, où nous « conduisent des opérations intellectuelles simples » ; le langage ordinaire, dont ils se servent, répugne à exprimer leurs hypothèses, et ainsi leurs raisonnements supposent inévitablement les notions communes qu'ils prétendent rejeter; enfin la croyance du réaliste a pour avantage la priorité, la simplicité, la précision. Mais, au fond, cette croyance antérieure, simple et nettement affirmée, c'est celle que M. Spencer appelle « le réalisme grossier », et dans laquelle le *non-moi* est par lui-même étendu, solide, coloré même (pour ne pas dire sonore et odorant). Voilà ce que suppose le langage du vulgaire; et l'argument dont M. Spencer se sert pour prouver le caractère relatif des sensations et de leurs rapports, mais surtout l'analyse subtile et compliquée qu'il fait pour réduire notre notion de l'étendue en un amas de sensations et de changements dans les sensations, tout cela nous éloigne de notre croyance primitive et simple, celle par exemple de l'homme pour qui le gazon vert ici visible existe hors de sa conscience à lui et tel qu'il le voit; cela nous en éloigne juste autant que les raisonnements de l'idéalisme, du scepticisme ou du kantisme. »

A voir les choses sous ce jour, l'anomalie en effet semble grande; mais j'aurais cru qu'après la lecture du chapitre intitulé « le Réalisme transfiguré » un critique pénétrant comme est M. Sidgwick en dût trouver la solution. Il a négligé une distinction essentielle. Tout ce qui ressort de mon argumentation, c'est que le réalisme, intuition immédiate, devrait l'emporter en autorité sur l'anti-réalisme avec ses raisonnements,

si les deux thèses étaient impossibles à concilier. Or le seul point où cette conciliation soit impossible, c'est l'existence d'une réalité objective. Mais si, contre cette intuition, le réalisme, les arguments de l'anti-réalisme m'ont paru sans force, parce qu'on ne saurait les construire sans postuler ce qu'ils ont pour objet de nier, d'autre part, une fois la réalité objective admise à titre de postulat nécessaire, on peut appliquer avec raison ces critiques-là à tous les jugements secondaires que le réalisme grossier ajoute à son affirmation première : on peut voir que les propriétés et relations de cette réalité s'entendent mieux à l'aide d'une interprétation transformée, et non de l'interprétation primitive.

Pour éclaircir la question, prenons le plus familier de tous les cas où les jugements indirects de la raison corrigent les jugements directs du sens commun. C'est un jugement immédiat du sens commun, que le soleil tourne autour de la terre. Dans la suite des temps, la raison, rencontrant quelques faits qui s'accordent mal avec ce jugement, se met à douter; et peu à peu elle arrive à une hypothèse qui explique les anomalies, mais qui est la négation de cet arrêt, en apparence incontestable, du sens commun. Où est ici la conciliation? Elle consiste à faire entendre aux partisans du sens commun ceci : que l'explication nouvelle s'accorde également bien avec l'intuition directe, et qu'elle écarte toute difficulté. On leur rappelle que le mouvement apparent d'un objet peut être dû ou bien à ce qu'il se meut réellement, ou bien à ce que l'observateur se meut; et que, même à la surface de la terre, il y a tels cas où l'observateur croit voir certains objets marcher, quand c'est lui qui est

en mouvement. De là une conception nouvelle que la raison développe : elle fait voir que, si la terre tourne sur son axe, le résultat sera le mouvement apparent du soleil que le sens commun prend pour un mouvement réel; ainsi l'observateur partisan du sens commun en vient à voir dans le lever et le coucher du soleil des phénomènes dus à sa position de spectateur sur un globe en rotation. Maintenant, si l'astronome, après avoir reconnu ces apparences célestes, après avoir retiré de l'explication du sens commun toutes les étrangetés qu'elle enferme, concluait de là qu'il n'existe ni soleil ni mouvement, il ferait ce que font les idéalistes; et ses arguments viendraient également échouer contre l'intuition du sens commun. Mais c'est ce qu'il est loin de faire. Il accepte l'intuition du sens commun en ce qui concerne la réalité du soleil et du mouvement : seulement, à l'ancienne explication du mouvement, il en substitue une nouvelle, qui se concilie avec tous les faits.

Ici, il est bien facile de le voir, en acceptant la partie inébranlable du jugement du sens commun, on ne s'engage nullement à en accepter le reste. Eh bien! je soutiens que, dans le cas présent, il s'agit de faire une distinction toute pareille. De ce que les arguments de l'anti-réalisme sont sans poids contre la notion directe que le réalisme brut a d'une réalité objective, il ne s'ensuit pas qu'ils le soient contre les idées particulières que ce réalisme se fait de cet objet. Si l'anti-réalisme peut montrer qu'en admettant l'existence d'un objet réel on trouve toutefois dans l'explication que donne de cet objet le réalisme brut des difficultés invincibles, il aura raison de lui faire son procès. Et le réalisme, dont l'intuition essentielle

demeure inattaquée, peut bien, après un examen nouveau des choses, arriver à créer une conception nouvelle, d'accord avec tous les faits.

Nous allons voir qu'il n'y a pas là, quoi qu'on dise, un « amas compliqué d'idées incohérentes » ; considérons le son, l'interprétation qu'en donne le réalisme grossier, et l'explication réformée que fournit le réalisme transfiguré. Selon le réalisme grossier, le son existe en dehors de la conscience et est là tel qu'il est dans la conscience. L'anti-réalisme prouve de différentes façons que cette supposition ne peut pas s'admettre (toutefois, dans tous ses arguments, il commence par parler des corps comme si, hors du sujet conscient, ils étaient sonores, et use du langage même du réalisme); puis il conclut ceci : que nous ne connaissons, en fait de son, aucune autre réalité que celle qui existe dans le sujet conscient. Or c'est cette conclusion, avec toutes ses pareilles, que j'accuse de fausseté : d'abord, tous les mots qu'on y emploie supposent la croyance en une activité objective; ensuite, aucun argument ne peut être établi sans qu'on postule d'abord l'existence de cette activité; enfin, de toutes les intuitions dont l'argument est composé, aucune n'égale en valeur cette seule intuition, alléguée par le réalisme, qu'un objet actif existe. Mais le réalisme transfiguré, auquel M. Sidgwick trouve « ce caractère d'absurdité sérieuse qui est le signe d'un rêve métaphysique profond », ne défend pas l'idée insoutenable du réalisme grossier; il n'est pas, comme l'anti-réalisme, qui aboutit à des conclusions que la pensée ne peut concevoir, au moyen d'arguments qui se tuent eux-mêmes; il reconnaît la vérité qui fait l'essence du

premier; il reconnaît les difficultés que le second met en lumière, et il concilie les deux à l'aide d'une nouvelle interprétation des faits, analogue à celle que l'astronome donne du mouvement du soleil. Il ne cesse pas un instant de reconnaître l'existence d'une action objective que le réalisme grossier appelle son; mais il démontre que la sensation correspondante est due à une succession de chocs distincts, qui, plus lents, pourraient être perçus séparément, et qui, devenant de plus en plus rapides, produiraient des notes de plus en plus hautes. A l'aide d'autres expériences, il montre que les corps sonores sont dans un état de vibration, et qu'on peut en rendre les vibrations visibles. Il conclut que l'action dont il s'agit n'est pas dans l'objet telle qu'elle apparaît au sujet, mais qu'on peut la réduire à peu près à une succession d'ondes aériennes. Voici donc ce qu'on enseigne par là au réalisme grossier : c'est que s'il existe, comme on n'en peut douter, une action objective répondant à la sensation dite son, toutefois on ne peut expliquer les faits dans l'hypothèse où cette action serait semblable à cette sensation; qu'on peut au contraire l'expliquer en y voyant une action mécanique rythmée. Plus tard, cette explication nouvelle, jointe à d'autres explications secondes et analogues, qui s'appliquent à des sensations différentes, se transforme elle-même : les termes en sont soumis à l'analyse et retraduits dans le langage de la mécanique moléculaire; toutefois, si abstraite que puisse être l'explication finale, elle continue à postuler l'existence d'une action objective : le jugement primordial du réalisme grossier subsiste sans changement, bien que cette doctrine doive changer toutes ses autres thèses.

Dans un autre endroit de son argumentation, toutefois, M. Sidgwick paraît me refuser le droit d'user de ces idées relatives à l'existence de l'objet et qui servent à établir le compromis. Il cite divers passages, pour montrer que, si d'une part les critiques de l'idéaliste devaient à mes yeux devenir impossibles, « sans le postulat qu'il fait, tacitement ou expressément, de l'existence de quelque chose d'inconnu hors du sujet conscient », d'autre part j'admets que « nos états de conscience sont les seules choses à nous connues ». Il part de là pour m'accuser d'une contradiction essentielle, car, dit-il, dans mon explication des phénomènes de la conscience, je ne cesse de demander, non l'existence d'un je ne sais quoi inconnu, mais celle de quelque chose dont je parle avec le langage ordinaire, comme si les caractères physiques attribués à cette chose étaient réellement ce qu'ils semblent, au lieu d'être, comme je le reconnais, des états synthétiques de conscience. Son objection, si je l'entends bien, est la suivante : pour atteindre mon but dans la psychologie objective, j'y parais faire profession de connaître la matière et le mouvement, à la façon ordinaire des réalistes ; mais au contraire, au terme de mon analyse subjective, je conclus qu'il est impossible d'avoir de la réalité objective la connaissance à nous attribuée par le réalisme. Certes, il y a là, ce semble, ce que M. Sidgwick nomme « une contradiction essentielle ». Mais, s'il y en a une, elle se trouve, à mon avis, non entre mes deux exposés, mais entre la double conscience que nous avons et de la réalité objective et de la subjective, conscience que nous ne pouvons ni supprimer ni mettre sous une forme définie. Cette contradiction prétendue, pour

moi, n'est qu'un nouveau nom pour exprimer l'impénétrabilité du rapport entre l'état du sujet conscient, et le corrélatif objectif, qui n'est pas un fait de conscience; ce sont les mêmes ténèbres que nous rencontrons toujours au fond de toutes nos analyses. J'ai exposé ailleurs, de la façon résumée que voici, ce qu'est ce fond impénétrable :

« Voici donc notre thèse. Nous ne pouvons penser la matière qu'à l'aide de termes empruntés à l'esprit. Nous ne pouvons penser l'esprit qu'à l'aide de termes empruntés à la matière. Quand nous avons poussé notre exploration, sur le premier de ces sujets, jusqu'à la dernière limite, nous nous voyons renvoyés au second, pour en tirer une réponse définitive ; et quand nous avons tiré de ce dernier la réponse finale, pour l'expliquer, il nous faut recourir au premier. Nous trouvons la valeur d'x en fonction d'y; puis celle d'y en fonction d'x; et nous pourrions continuer ainsi éternellement, sans approcher davantage de la solution. » (*Princ. de psych.*, § 272.)

Il suffira, je crois, de pousser un peu plus loin la même comparaison, pour voir où gît la difficulté insurmontable dont parle M. Sidgwick. Soit x et y l'activité subjective et l'activité objective, inconnues dans leur nature et connues seulement dans leurs manifestations phénoménales; reconnaissons comme un fait que tout état de conscience suppose, directement ou non, l'action de l'objet sur le sujet, ou la réciproque, ou les deux; nous pouvons dire alors que tout état de conscience pourra être exprimé par quelque fonction de xy, produit, connu sous forme phénoménale, des deux facteurs inconnus. En d'autres termes, xy', $x'y$, $x''y'$, $x'y''$, etc., représenteront toutes les perceptions et pensées possibles. Imaginons maintenant que les pensées dont il s'agit concernent l'objet; qu'elles

soient les parties d'une hypothèse sur les caractères de l'objet, tels qu'ils ressortent des analyses des savants. Evidemment, toutes ces pensées, qu'elles portent sur la forme, la résistance, le moment, les molécules, le mouvement moléculaire, ou non, contiendront sous quelque forme l'activité du sujet, l'x. Inversement, que ces pensées concernent les phénomènes de l'esprit, et ce sera le tour de l'activité de l'objet inconnu, y, d'apparaître sous quelque forme, à titre d'élément des pensées. Enfin, mettons que le problème à examiner soit la production des phénomènes de l'esprit ; au cours des recherches, supposons qu'il s'agisse d'expliquer l'organisation du corps et les fonctions du système nerveux. Comme ci-dessus, ces faits, considérés en tant que parties de l'objet, ne pourront être décrits, devenir matière de la pensée, qu'une fois exprimés en fonctions de xy. Et quand, à l'aide d'actions de ce système nerveux, conçues comme des fonctions d'xy, et qui elles-mêmes subissent l'influence de forces physiques à leur tour conçues comme des fonctions d'xy, nous essayons d'expliquer la production des sensations, des perceptions et des idées, toutes choses que nous ne pouvons penser sinon en y voyant encore des fonctions d'xy, alors, nous nous en apercevons, tous nos facteurs, et par suite toutes nos interprétations, enferment les deux termes inconnus, et l'on ne peut imaginer aucune interprétation qui ne les enfermât.

Comment défendre ce cercle vicieux apparent? En disant qu'il est notre moyen d'établir l'*harmonie* entre nos symboles. Par lui, nous trouvons un moyen de symboliser les forces inconnues, objectives et subjectives, et de faire sur nos sym-

boles les opérations convenables pour diriger avec justesse tous nos actes, pour arriver, en d'autres termes, à prévoir quand, où, en quelle quantité l'un ou plusieurs de nos symboles se produiront. L'embarras de M. Sidgwick vient, je crois, de ce qu'il n'a pas eu suffisamment présentes à l'esprit les propositions du début des *Données de la philosophie*, à savoir : que toute conception « d'une nécessité vitale, c'est-à-dire telle qu'on ne peut la séparer du reste sans exposer l'esprit à une dissolution, doit être reçue pour vraie *par provision ;* » qu' « il n'y a pas deux moyens de prouver la solidité d'une croyance, mais un seul : c'est de faire voir qu'elle *concorde* entièrement avec toutes les autres; » que « la philosophie, réduite à faire ces suppositions fondamentales, sans lesquelles il n'y a plus de pensée possible, doit pour les justifier montrer qu'elles *concordent* avec toutes les autres affirmations de la conscience. » Après avoir ainsi clairement professé cette méthode, je la suis, et j'admets, par provision, une activité objective et une subjective, plus certaines formes et modes généraux (espace, temps, matière, mouvement, force), que l'activité subjective, sous l'influence de l'activité objective, attribue à cette dernière, et qui, dans mon hypothèse, correspondent en quelque manière à des formes et modes inconnus de l'activité objective. Puis, une fois que de ces suppositions provisoires on a tiré toutes leurs conséquences, et que l'accord de ces conséquences entre elles et avec les suppositions premières a été démontré, ces suppositions sont justifiées. Et si enfin je déclare, comme je l'ai fait à diverses reprises, que les termes dont je me sers pour exprimer mes suppositions et

pour conduire mes opérations sont de purs symboles, et que toute ma tâche a été de montrer comment, à l'aide de certains procédés de symbolisme, peut être produite une complète harmonie, une concordance invariable entre les symboles dont je me sers pour exprimer mon attente et ceux qui s'offrent à moi dans l'expérience, je ne puis être taxé de contradiction. Au contraire, à ce qu'il me semble, ma méthode est la plus logique qu'on puisse imaginer. Enfin, dira-t-on qu'avec cette façon de voir, dans tout ce qui constitue l'expérience et la pensée, des symboles, tout se réduit à des fantômes? Je réponds : Ces choses, que je traite de symbobles, sont, par rapport à notre conscience, des réalités; si elles sont des symboles, c'est au regard de la réalité dernière.

Ces explications feront-elles saisir l'unité logique d'idées qui d'abord ont paru « radicalement incohérentes » ? Je suis loin d'y compter; je ne me suis pas aperçu des difficultés qu'offrait ma première exposition ; il peut donc bien y en avoir dans celle-ci, sans que je m'en aperçoive. Primitivement, j'avais pensé à compléter les *Principes de psychologie* en montrant dans une partie spéciale comment les conclusions des parties précédentes, physiologique et psychologique, analytique et synthétique, subjective et objective, s'harmonisent ensemble et sont seulement des aspects divers d'un même groupe de phénomènes. Mais déjà l'ouvrage était volumineux ; et je finis par croire que cette partie n'était pas indispensable, l'harmonie dont il s'agit étant assez visible. Tant je me doutais peu que je fusse, comme on l'a dit, « impuissant à accorder diverses tendances d'esprit ! » Les embarras de M. Sidgwick me

prouvent toutefois que cette concordance a besoin d'être mise en lumière.

6° OBJECTION DE M. MARTINEAU

Une tentative pour déterminer l'idée de l'absolu.

L'absolu n'est pas la pure négation de toute relation, quoi qu'en dise Hamilton. — Toutefois, comme il échappe à toute relation, il n'est pas l'objet d'une connaissance, mais d'un *état de conscience indéterminé.* — Effort de M. Martineau pour déterminer l'absolu. — Les qualités premières et mathématiques de la matière, imposées à Dieu comme *données.* — Les qualités secondes, domaine de la volonté divine. — Réponse : 1° Comme la géométrie, la mécanique sera objective dans l'hypothèse, et par elle, les autres sciences, qui s'y ramènent : plus de place pour la volonté divine. — 2° Cette théorie admet deux dieux, dont l'un fait la loi à l'autre.

J'ai gardé pour la fin une des premières objections élevées contre la doctrine métaphysico-théologique que j'ai exposée dans les *Premiers Principes*, et supposée dans les ouvrages suivants. Elle a été présentée par un métaphysicien de valeur, le Rév. James Martineau, dans un essai intitulé *Science, Ignorance et Foi.* Elle vaut contre mon argumentation dans sa forme actuelle, et prouve qu'il est nécessaire d'y ajouter quelque développement. Pour faciliter l'entente de la critique de M. Martineau, je dois citer les passages auxquels elle se rapporte. Poursuivant le raisonnement dont je me suis servi contre Hamilton et Mansel pour montrer que nous avons, de ce qui dépasse la connaissance, une conscience *positive*, et non, comme ils le prétendent, *négative*, j'ai dit ceci :

« Ce qui prouve plus clairement encore cette vérité, c'est que notre conception du relatif lui-même disparaît si notre conception de l'absolu est une pure négation. C'est un point admis, ou plutôt

affirmé, par les auteurs cités plus haut, que des contradictoires ne sauraient être connues, sinon en relation l'une avec l'autre; que l'égalité, par exemple, ne saurait être conçue sans son corrélatif, l'inégalité; et qu'ainsi le relatif même est conçu uniquement par opposition avec le non-relatif. Ils admettent aussi, ou plutôt ils soutiennent que, pour avoir conscience d'une relation, il faut avoir conscience des deux termes en relation. Quand on nous demande de concevoir la relation entre le relatif et le non-relatif sans avoir conscience des deux, « on nous demande en fait (pour citer en leur « donnant une application nouvelle les paroles de M. Mansel) de « comparer ce dont nous avons conscience avec ce dont nous n'avons « pas conscience; cela, alors que la comparaison elle-même doit être « un acte de conscience, qui a pour condition nécessaire la conscience « des deux termes. » Que devient alors cette thèse : que « l'absolu « est conçu par une pure négation d'intelligibilité », comme « le « simple manque des conditions sous lesquelles la conscience est « possible »? Si le non-relatif, l'absolu, ne se présente à la pensée que comme une négation pure, alors le rapport entre lui et le relatif cesse d'être un objet possible de pensée, l'un des deux termes du rapport étant absent de la conscience. Or, si ce rapport échappe à la pensée, le relatif lui-même y échappe, sa contradictoire faisant défaut; d'où, en fin de compte, la disparition de toute pensée. » (*Premiers Principes*, § 26.)

Voici les commentaires que M. Martineau fait sur cette argumentation; mais d'abord il la reproduit en d'autres termes.

« Supprimez la contradictoire du relatif, et le relatif, réduit à l'isolement, est posé comme absolu et disparaît de la pensée. Donc il est indispensable de reconnaître l'existence de l'absolu comme condition de la région du relatif, qui est tout le domaine de notre intelligence. Mais si c'est pour cette raison qu'on le garde, pour observer la loi d'équilibre et de dépendance mutuelle des deux corrélatifs, l' « absolu » n'est plus absolu; il devient terme dans un rapport : donc il cesse d'être banni de la pensée, il perd sa répugnance contre toute qualification; l'ignorance qu'on nous attribuait, nous en sommes débarrassés.

« Ainsi la même loi de la pensée qui assure l'existence de l'absolu en détruit l'impénétrabilité. » (*Essais de philosophie et de théologie*, p. 186-187.)

Voilà, je le reconnais, une réplique qui porte ; et, pour y répondre, il ne faut pas moins qu'établir des distinctions fort exactes dans la signification des mots dont je me suis servi, et tirer bien au clair les idées impliquées dans la théorie. Pour commencer, découvrons la cause de certains malentendus secondaires.

Première remarque : sans doute, j'ai employé le mot absolu pour synonyme à non-relatif ; c'est qu'il est employé de cette façon dans les citations que j'ai faites de mes adversaires ; toutefois, quant à moi, et pour la commodité de mon argumentation, j'ai préféré le terme non-relatif ; je ne suis donc engagé à soutenir aucune proposition où l'absolu serait regardé comme ce qui enveloppe à la fois le sujet et l'objet. Par le non-relatif, chez moi, il faut plutôt entendre la totalité de l'être, moins ce qui constitue la conscience de l'individu, totalité qui s'offre à nous sous des formes relatives. Si je prenais le mot dans un sens un peu hégélien, en y enfermant ce qui pense avec ce qui est pensé, et que j'eusse pour objet de traiter de l'ordre des choses non dans leurs manifestations phénoménales, mais en tant que noumènes, l'objection serait mortelle. Mais, mon objet étant seulement de formuler l'ordre des choses tel qu'il s'offre à nous sous des apparences relatives, le non-relatif, ici considéré comme impliqué à titre de contradictoire dans la conception du relatif, est celui qui, pour chaque acte de la pensée, est en dehors d'elle et au delà, et non celui qui la contient. Seconde remarque : ce non-relatif, en qui je vois un complément nécessaire du relatif, n'est pas, d'après mon langage, un objet de conception, mais l'objet d'un *état de*

conscience; et j'ai dans plusieurs passages distingué entre les modes de conscience qui ont des limites, qui constituent proprement la pensée et sont sujets aux lois de la pensée, et ce mode de conscience qui persiste après la disparition la plus complète possible de toute limite, alors que, par suite, toute pensée distincte cesse.

Maintenant la voie est préparée; je peux dire ce que j'ai à répliquer à la critique de M. Martineau : il est vrai, dirai-je, grâce aux lois nécessaires de la pensée, le relatif implique un non-relatif; il est vrai, pour se former de cette antithèse une pensée complète, il faut proprement concevoir le non-relatif; mais, pour la pensée vague, la seule possible en pareil cas, il suffit que le non-relatif nous soit présent, comme un état de conscience indéterminé et toutefois positif. Voyons ce qui arrive de toute nécessité quand la pensée s'applique à cette question dernière.

Au cours de l'argumentation en question, mais un peu plus haut, j'ai essayé de faire voir en diverses manières qu'une analyse soit du produit de la pensée, soit de son opération, nous conduit à cette conclusion : toute « pensée enveloppe *une relation*, *une différence*, *une ressemblance;* » et que pareillement, si l'on considère la vie en elle-même, on arrive à ce résultat : « comme penser c'est établir des relations, nulle pensée ne peut exprimer rien de plus que des relations. » Or, telle étant la loi de la pensée, qu'arrivera-t-il si la pensée vient à s'occuper du mystère suprême? Puisque la pensée implique toujours des termes en rapport entre eux, elle suppose dans les deux une détermination plus ou moins marquée; et, à mesure que

l'un d'eux devient indéfini, la relation fait de même, et la pensée perd sa netteté. Considérons des grandeurs. Je pense à un pouce ; je pense à un pied ; comme j'ai de l'un et de l'autre une idée assez définie, j'en ai une assez définie de leur rapport. Au pied je substitue le mille ; je ne puis me représenter le mille aussi nettement ; aussi je ne puis concevoir avec autant de précision le rapport du pouce au mille ; je ne puis dans ma pensée le distinguer du rapport d'un pouce à deux milles, aussi nettement que je puis distinguer le rapport du pouce au pied de celui d'un pouce à deux pieds. Si maintenant j'essaye de penser le rapport d'un pouce à la longueur de 240,000 milles qui nous sépare de la lune, ou le rapport d'un pouce à 92,000,000 de milles, distance de la terre au soleil, je m'aperçois d'abord que ces distances sont en pratique inconcevables et ne sont guère pour moi autre chose que des nombres auxquels je ne puis former d'idées correspondantes ; et, de plus, que le rapport d'un pouce à l'une d'entre elles devient inconcevable en pratique. Ainsi notre capacité de penser des relations devient en partie impuissante en présence des grandeurs finies quand l'une d'elles est très-grande ; eh bien ! elle devient entièrement impuissante quand l'une d'elles ne souffre pas de limites. La relation échappe à toute représentation, dès que l'un de ses termes y échappe. Toutefois, dans ce cas, il faut le remarquer, la relation, qui n'est plus qu'une forme quasi vide, garde encore un certain caractère, une qualité. On peut encore la ranger parmi les notions relatives à l'extension et la distinguer de celles qui ont trait à la force ou à la durée ; en cela, elle garde une sorte de nature propre. Mais

maintenant, voyons, si l'un des termes du rapport n'est pas simplement une grandeur sans limites connues, une durée à laquelle on ne peut voir ni commencement ni fin ; s'il n'est plus qu'une réalité qu'il ne faut pas déterminer, qu'arrivera-t-il ? Autrement dit, qu'arrivera-t-il si l'un des deux termes du rapport est impossible à représenter non-seulement en quantité, mais en qualité ? Evidemment alors, on n'est plus simplement réduit à concevoir le rapport comme appartenant à un certain genre : il s'évanouit tout à fait. Quand l'un des deux termes échappe entièrement à toute connaissance, la loi de la pensée ne peut plus être observée, d'abord parce que l'un des termes ne peut nous être présent, puis parce que le rapport même ne peut plus être établi. C'est-à-dire : la loi de la pensée, que les contradictoires sont connues en corrélation l'une de l'autre, et pas autrement, n'est plus valable quand la pensée essaye de dépasser le relatif ; et toutefois, si elle en fait l'essai, il lui faut encore se conformer à sa loi : il lui faut, par un certain mode de conscience obscur, poser un non-relatif, et, dans quelque autre mode de conscience non moins obscur, poser une relation entre ce non-relatif et le relatif. En deux mots donc, je réponds à M. Martineau, que les difficultés infranchissables dont nous lui devons l'indication surgissent seulement quand la pensée s'applique à ce qui dépasse son domaine ; quand nous essayons d'aller au delà des manifestations phénoménales de la réalité dernière jusqu'à cette réalité, il nous faut l'exprimer à l'aide des symboles que nous fournissent les phénomènes ; de même et en même temps, il nous faut, pour symboliser la liaison entre la réalité dernière

et ses manifestations, lui donner un certain air de parenté avec les liaisons qui se rencontrent parmi les manifestations phénoménales elles-mêmes. L'objection de M. Martineau nous fait entrevoir cette vérité, que là où les éléments de la pensée font défaut, la loi de la pensée perd ses droits. Or cette conclusion s'accorde fort bien avec ma doctrine générale. Je peux donc d'une part maintenir mon argument contre Hamilton et Mansel, et dire que, selon leur principe à eux, le relatif ne peut être pensé *en tant que relatif*, si ce n'est comme la contradictoire de quelque réalité, affirmée à vrai dire vaguement, et en qualité de second terme d'une relation, conçue il est vrai d'une façon indéterminée. Et d'autre part je peux, sans inconséquence, affirmer pour mon compte que dans cet effort, naturel à toute pensée, pour dépasser sa sphère, ce n'est pas seulement le produit de la pensée qui se réduit à être le symbole obscur d'un produit, c'est aussi l'opération de la pensée qui devient le symbole obscur d'une opération ; et que par suite nul prédicat de ceux qui se déduisent de la loi de toute pensée ne peut être affirmé du sujet.

Il ne siéra pas mal de terminer cette réplique par un retour offensif. Après avoir défendu directement une proposition, on peut la défendre indirectement en montrant que le contraire ne se soutient pas. Si M. Martineau a ainsi critiqué la doctrine de la réalité inconnaissable qui se manifeste à nous dans des phénomènes, c'était au profit de sa doctrine propre, pour montrer que cette réalité tombe en grande partie sous la connaissance. Nous sommes d'accord avec lui pour dire que nous avons conscience d'une puissance cachée derrière l'appa-

rence ; mais, pour moi, cette puissance ne peut être soumise aux formes de la pensée; pour M. Martineau, au contraire, il est logiquement permis de lui reconnaître certains attributs de la personne. Il ne s'agit plus sans doute de caractères aussi concrets, parmi ceux de l'homme, qu'on les lui reconnaissait jadis; mais enfin ce sont des caractères humains, d'un genre plus abstrait et plus élevé. Voici en gros sa théorie : — Il voit dans la matière une réalité indépendante; il attribue aussi une existence propre à ces qualités premières des corps, « qui sont inséparables de l'idée même de corps et qui peuvent se déduire *a priori* de l'idée du corps considéré comme une étendue solide ou une solidité étendue; » il range dans cette classe « la dimension selon les trois sens, la divisibilité, l'incompressibilité. » Là-dessus, comme ces qualités, d'après lui,

« ne sauraient se séparer du corps, elles en sont les contemporains et appartiennent de toute éternité à la donnée matérielle, qui est objective au regard de Dieu : le mode d'activité de Dieu envers elles ne peut se comparer qu'à l'action qu'il exerce (autant que nous pouvons le comprendre) sur les relations dans l'espace. Il ne s'agit pas là de volonté : il n'est pas cause; il s'agit d'intelligence : il les pense. Quant aux qualités secondaires, elles n'ont pas de rapport logique avec les qualités premières, elles leur sont surajoutées comme des appendices contingents : on ne peut donc les rapporter à une pensée déductive; elles forment un reste, produit de la pure raison inventive et de la volonté déterminante. Cette sphère de connaissance, qui pour nous est *a posteriori*, où nous ne pouvons faire un pas sans attendre avec soumission les ordres de l'expérience, est précisément pour Dieu le royaume où s'exerce sa puissance originale : c'est là où il est le plus libre que nous sommes le plus contraints. Mais si, dans ce domaine des qualités secondes, son esprit et le nôtre forment ainsi contraste, dans celui des qualités premières leur ressemblance réapparaît : quand il s'agit des démarches de la raison déductive, il n'y a pour toutes les intelligences qu'un sentier d'ouvert : il n'y a pas de *pur arbitre* qui puisse

changer le vrai avec le faux, ou faire qu'il y ait plus d'une géométrie, plus d'une physique pure, pour tous les mondes : et le tout-puissant Architecte lui-même, quand il a réalisé son plan du cosmos, quand il a pris de l'immensité pour en faire les orbites, et pris de l'éternité pour en faire les saisons, ne pouvait que suivre les lois de la courbure, de la mesure et de la proportion. » (*Essais de philosophie et de théologie*, p. 163-164.)

J'aurai à adresser une objection importante à cette hypothèse; mais j'en veux d'abord élever une moindre. Ce n'est pas seulement aux rapports d'espace, mais aussi aux qualités physiques premières, que M. Martineau attribue la nécessité, et non pas une nécessité relative à nos esprits, mais une nécessité métaphysique. A leur égard, ce qui est vrai pour l'esprit humain est vrai absolument : « les lois de la courbure, de la mesure et de la proportion, » telles que nous les connaissons, sont immuables, même pour la puissance divine, et de même la divisibilité et l'incompressibilité de la matière. Mais si, aux yeux de M. Martineau, dans ces cas-là, la nécessité pensée implique une nécessité réelle correspondante, pourquoi ne pas étendre cette correspondance à d'autres cas? Pourquoi, l'ayant admise tacitement en ce qui concerne les relations dans l'espace et les attributs statiques des corps, ne l'admettrait-il pas aussi pour leurs attributs dynamiques? Les lois auxquelles obéit ce mode de la force, que nous distinguons aujourd'hui sous le nom d' « énergie potentielle », sont pour notre pensée aussi nécessaires que les lois des relations dans l'espace. Les axiomes de la mécanique sont sur le même pied que les axiomes des mathématiques pures. M. Martineau le reconnaît-il? Reconnaît-il, comme il le doit, ce corollaire,

que nulle manifestation d'une énergie, du genre de celle dont on a l'exemple dans le mouvement d'une planète, ne peut se produire, sinon par la dépense d'une énergie équivalente et qui préexistait? Consent-il à tirer encore de là ce corollaire, que la direction du mouvement ne peut être changée par une action quelconque, sans une réaction égale et de sens contraire, éprouvée par le corps agissant? Alors, qu'il s'en souvienne aussi, ces vérités ne s'appliquent pas seulement à tous les mouvements visibles, célestes et terrestres; et ces agitations de la matière, qui nous apparaissent comme des propriétés secondes, nous sont par le fait connues grâce à des formes dérivées de l'énergie potentielle, lesquelles sont les équivalents de l'énergie mécanique, et obéissent aux mêmes lois. Il lui restera seulement à tirer la conclusion : que nulle de ces énergies dérivées ne peut avoir imprimé à ces mouvements leurs caractères et directions, sans le concours de forces préexistantes, statiques et dynamiques, elles-mêmes soumises à des conditions spéciales. Et alors, que sera devenu le « royaume de l'originalité divine », dont M. Martineau nous montrait la place au sein du royaume de la nécessité? A le suivre logiquement, son argument nous conduit à un ordre universel et inéluctable, où la volonté ne saurait avoir le rôle qu'il dit.

Mais sans pousser le raisonnement de M. Martineau jusqu'à cette conclusion, si complètement opposée avec celle qu'il en tire, il nous suffit d'accepter sa thèse telle qu'il la propose et de considérer la solution qu'il nous offre. Elle nous laisse sans explication sur le temps et l'espace; elle ne nous aide pas à concevoir l'origine de la matière; elle ne nous fournit pas la

moindre lumière sur l'acquisition des qualités premières par cette matière. Toutes ces choses, on le sous-entend du moins, sont incréées. La puissance créatrice nous est présentée comme soumise à des restrictions que lui imposent les nécessités mathématiques; elle a pour *donnée* (le mot est digne de remarque) une substance qui, en certains de ses caractères, défie le changement. Certes, ce n'est pas là une explication du mystère universel. Le mystère n'est que relégué dans une région plus reculée, où l'on ne saurait porter la recherche. Or cette recherche, *il nous faut* la faire. Toute solution de cette espèce laisse renaître la question de savoir l'origine et la nature de ce qui impose ces limites à la puissance créatrice; ce qu'est ce Dieu premier, qui exerce son empire sur le Dieu secondaire. Car évidemment, si le « tout-puissant Architecte lui-même » (pour employer l'expression quelque peu incohérente de M. Martineau) est impuissant à changer la « matière qui lui est donnée comme objet », impuissant à changer les conditions d'existence de cette matière, et réduit à les subir au cours de son travail, il existe donc un pouvoir dont il est le sujet. Ainsi, dans la doctrine de M. Martineau aussi, il y a un suprême inconnaissable; si elle diffère de la doctrine qu'il combat, c'est qu'entre cet inconnaissable et le pur inconnaissable elle intercale une réalité demi-intelligible.

D'après les explications de tout à l'heure, on le voit, cette théorie ne me paraît pas d'accord avec elle-même; et, d'après ces dernières, elle laisse le mystère essentiel sans solution; je ne vois donc pas qu'elle ait aucun avantage sur la doctrine de l'inconnaissable, prise sous sa forme simple. Je ne vois là qu'un

repos temporaire dans une solution approchée, qui a pour point d'appui le suprême insoluble. Si la pensée ne peut, en dépit des obstacles, s'empêcher de franchir l'apparence, pour tâcher de concevoir la cause cachée derrière, de même, en suivant l'interprétation que M. Martineau nous propose, la pensée ne peut s'interdire de rechercher la cause qui impose des restrictions à la cause dont il parle. Avouons-le, il le faut, la question, sous cette dernière forme, n'admet pas de réponse; pourquoi dès lors ne pas reconnaître aussi bien, que sous sa forme immédiate elle n'en admet pas? Ne vaut-il pas mieux reconnaître avec candeur l'incompétence de notre esprit, au lieu d'appeler explication ce qui ne fait que déguiser une difficulté inexplicable? Quelque réponse que chacun puisse faire à cette question, encore ne peut-on blâmer avec justice ceux qui, trouvant en eux l'indestructible conscience d'une cause dernière, d'où procèdent également ce que nous nommons l'univers matériel et ce que nons nommons l'esprit, s'interdisent de rien affirmer touchant cette cause : c'est qu'en effet ils la jugent aussi impénétrable dans sa nature qu'inconcevable dans son étendue et sa durée.

POST-SCRIPTUM

7° OBJECTION DE LA REVUE TRIMESTRIELLE

L'auteur accusé de favoriser le scepticisme et de renverser la morale.

Le prétendu scepticisme, en germe dans la doctrine de la *relativité de nos connaissances*, admise par l'auteur. — Seul entre tous les partisans de cette doctrine, l'auteur admet un point *absolument certain* : la coexistence de l'absolu et du sujet.

La doctrine de l'*évolution,* subversive de toute morale. — Fondement de la morale, selon l'auteur. — Le devoir se déduit des *conditions primordiales de toute vie,* et notamment de toute vie en société. — Son caractère sacré. — Concessions faites à l'auteur par son adversaire.

En achevant le dernier paragraphe de l'article précédent, j'avais espéré d'en finir pour longtemps avec tout écrit de controverse, et si cet article avait paru en son entier dans le numéro de novembre de la *Fortnightly,* comme c'était d'abord mon intention, le besoin d'y rien ajouter n'eût pas été pressant. Mais, tandis qu'il était aux mains de l'imprimeur, deux comptes rendus critiques, plus travaillés que les précédents, ont paru; et puisque, la publication de cette seconde moitié de l'article ayant été remise jusqu'ici, une occasion s'offre, je ne puis, à moins de m'exposer à des commentaires erronés, les laisser passer sans examen.

La politesse me fait un devoir de répondre surtout à un écrivain qui, dans la *Quarterly Review* (*Revue trimestrielle*) d'octobre, a parlé de moi parfois en adversaire, mais non sans s'accorder avec mes doctrines sur quelques points. J'ai évidemment trop peu de place ici pour suivre une à une toutes ses objections. Je dois me contenter de quelques brèves réflexions sur deux propositions qu'il entreprend d'établir. Voici comment il les énonce :

« Nous voudrions attirer l'attention sur deux points principaux qui, nous osons l'affirmer, souffrent des objections; sans doute M. Spencer lui-même a songé à ces objections (et elles ont pu se présenter à plus d'un lecteur); néanmoins nous ne voyons pas qu'il les ait nulle part mentionnées et prévenues.

« Les deux points que nous choisissons sont les suivants :

« 1° *Son système conduit à la négation de toute vérité.*

« 2° *Il est radicalement et nécessairement contraire aux principes de toute saine morale.* »

Voilà un passage qui se termine par deux affirmations bien étonnantes. Je dirai d'abord que je n'ai pas du tout le pressentiment dont parle l'auteur de l'article. Au contraire, il me souvient que j'ai dépensé quelques efforts à développer ce que je prends pour un système de vérités : et je m'étonne, qu'après avoir posé comme une conséquence de ce système « la négation de toute vérité », on me prête encore cette prévoyance, de m'être attendu « sans doute » à voir ce système soulever cette objection-là. Je songe encore que, d'après mon programme, ce système doit se terminer par des *Principes de morale*, en deux volumes, et, quand j'apprends qu'il est « nécessairement contraire aux principes de toute saine morale », naturellement je m'étonne, et plus encore en apprenant que je m'attends sans doute à cette appréciation. Ceci soit dit pour répudier ce scepticisme latent que m'attribue l'auteur de l'article. Maintenant, examinons les preuves qu'il apporte à l'appui de ces propositions.

Pour ce qui est de ses remarques sur les incohérences apparentes du réalisme transfiguré, je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai répondu à M. Sidgwick ; car ce dernier les avait déjà faites. Je m'en tiendrai aux corollaires qu'il tire de la doctrine de la relativité de la connaissance, telle que je la professe. Il dit avec raison que je suis d'accord pour la soutenir avec « MM. Mill, Lewes, Bain et Huxley; » mais il n'ajoute pas (il le devait pourtant) que j'ai aussi pour compagnons Hamilton, Mansel et cette longue série de nos prédécesseurs, chez qui Hamilton l'a retrouvée. Puis il se met en œuvre de conclure, de cette doctrine de la relativité, qu'on ne peut affirmer aucune vérité

absolue dans aucun genre, non pas même la vérité absolue de la doctrine de la relativité elle-même. Ainsi il donne à entendre à ses lecteurs que cette conclusion porte particulièrement contre le système qu'il est en train de critiquer. Or, si sa conclusion est valable, on peut accuser d'avoir ainsi « nié toute vérité » des auteurs qui passent pour orthodoxes, comme aussi ces nombreux philosophes qui, d'Aristote à Kant, ont avancé la même proposition. Et maintenant, je vais plus loin, et je dis : Contre la doctrine de la relativité, telle que je la présente, cette accusation n'a pas la même force que contre les formes antérieures de cette doctrine. Car je m'écarte des autres partisans de la relativité, quand je dis que l'existence d'un non-relatif est plus qu'une affirmation positive de la conscience : à savoir, une affirmation qui dépasse toutes les autres en certitude et sans laquelle la doctrine de la relativité ne saurait même être conçue dans la pensée. J'ai dit encore : « Si l'on ne postule un non-relatif, un absolu, c'est le relatif lui-même qui devient absolu, ce qui réduit à l'absurde la thèse contraire [1] ; » et ailleurs, parlant de cette conscience d'un non-relatif manifesté à nous par le relatif, je l'ai déclarée « plus profonde que toute démonstration, plus profonde même que toute connaissance déterminée, aussi profonde que la nature même de l'esprit [2] ; » c'était, il me semble, dire, avec toute la force possible, que, si toutes les autres vérités peuvent passer pour relatives, celle-là doit être tenue pour absolue. Or, chose bizarre, tandis que je combats ainsi les partisans purs de la relativité, soute-

1. *Premiers Principes,* § 26.
2. *Ibid.*, § 62.

nant avec mon critique que « les partisans d'une telle philosophie (celle de la relativité absolue) ressemblent à un homme qui, assis sur une branche d'arbre, la scierait au plus près du tronc [1], » il me choisit entre tous pour m'attribuer la thèse que je repousse! Bien loin donc d'admettre que ma théorie implique la négation de toute vérité, je soutiens qu'après avoir posé dès le début la coexistence du sujet et de l'objet comme une affirmation de la conscience antérieure à tout raisonnement [2]; après avoir, dans la suite, montré par voie analytique comment ce postulat se vérifie de toutes manières [3] et comment, sans lui, la démonstration de la relativité devient impossible, je peux attribuer à ma doctrine, pour trait distinctif, le caractère opposé.

Pour justifier sa seconde proposition, l'auteur du compte rendu commence en ces termes : « D'abord, la manière dont M. Spencer entend l'évolution le force à s'accorder avec M. Darwin pour nier toute distinction fondamentale et essentielle entre le devoir et le plaisir. » Là-dessus, il expose l'explication que je donne de la formation des sentiments moraux (cet exposé diffère grandement de celui que l'on trouve dans les *Principes de psychologie*, § 215, §§ 503-512 et §§ 524-532); et il poursuit en ces termes : « Nous ne le déclarons pas sans répugnance, mais la vérité nous y réduit, M. Spencer ne prouve en aucune façon qu'il soit jamais parvenu à comprendre, dans son vrai sens, le mot de *moralité*. »

1. Cf. *Principes de psychologie*, §§ 88, 95, 391, 401, 406.
2. *Premiers Principes*, §§ 39-45.
3. *Principes de psychologie*, part. VII.

D'abord, on le voit par le contexte, cette accusation est dirigée contre tous les partisans de la doctrine de l'évolution sous une forme quelconque. Ensuite, en ce qui me concerne, je ne puis croire que l'auteur de l'article me l'eût adressée, s'il eût mieux examiné les faits, sans se borner à ceux de mes ouvrages qu'il indique en tête de son compte rendu. Et, je ne puis m'empêcher de le penser, si l'esprit d'équité, auquel il s'efforce visiblement de demeurer fidèle, eût été bien en éveil au moment où il écrivait ces passages, il aurait vu qu'avant de lancer une allégation aussi grave, un supplément d'enquête n'était pas de trop. S'il avait dit simplement, qu'avec la doctrine de l'évolution de l'esprit, entendue comme je l'entends, il ne voyait pas sur quel fondement s'établiraient les principes de la morale, je n'aurais rien dit, pourvu encore qu'il eût ajouté que pour moi je croyais pouvoir les établir, et sur quelles bases. Au contraire, à la manière dont il tire cette conclusion, qui lui est propre, de mes prémisses, on croirait que je dois l'en tirer pareillement moi-même. J'assure aux principes de la morale des fondations toutes différentes, et bien supérieures en solidité à celles que nous offrent les sentiments et concepts moraux ; or il parle de ces derniers comme si j'en faisais la seule base de mes théories éthiques. « Le système de morale de M. Spencer, affirme mon critique, a encore un défaut plus grave : il nie l'existence de toute distinction objective entre le juste et l'injuste chez aucun être, que les hommes soient d'ailleurs responsables ou non de leurs actes ; » or je soutiens, au contraire, que s'il se distingue des autres systèmes de morale, c'est en ce qu'il tient pour objective cette distinction, et

s'efforce de démontrer que la distinction qui se fait à cet égard dans le sujet vient de celle qui est dans l'objet. Dans mon premier ouvrage, la *Statique sociale*, publié il y a vingt-trois ans, ma thèse essentielle est que, mis à part leur caractère respectable d'injonctions d'un Dieu et l'autorité qui s'attache à des intuitions morales, les principes de la justice peuvent se déduire d'abord des lois de la vie, telles qu'elles se présentent dans l'état social. Dans tout ce livre, je soutenais que ces principes, avec leur origine, possèdent une autorité suprême, devant laquelle doivent s'incliner les conseils de l'utilité immédiate; et, pour ce motif, M. Mill me classa parmi les adversaires des utilitaires. Plus récemment, dans une lettre que ce malentendu de M. Mill m'engagea à écrire et qui fut ensuite publiée par le professeur Bain dans sa *Science mentale et morale*, j'ai exposé à nouveau cette thèse. Déjà, dans un article d'éclaircissement, publié sous le titre : *Morale et sentiments moraux*, dans cette revue même, en avril 1871, j'ai cité quelques passages de cette lettre; je vais les citer encore ici, espérant qu'on m'en excusera, à cause de la gravité des jugements que porte l'écrivain de la *Quaterly :*

« La morale proprement dite, la science de la droite manière de se conduire, a pour objet de déterminer *en quoi* et *pourquoi* certaines façons de se conduire sont funestes et certaines autres avantageuses. Ces résultats, bons ou mauvais, ne peuvent être tels par accident, mais bien par une suite nécessaire de la nature des choses; et, à mon sens, c'est la tâche de la science morale, de déduire des lois de la vie et des conditions de toute existence, quelles sont les formes d'activité qui tendent à produire nécessairement le bonheur ou à produire le malheur. Les conclusions qu'elle aura ainsi énoncées devront passer en lois de notre conduite; il faudra y

obéir, sans regarder au bonheur ou à la souffrance qui en résulte directement. »

. . . .

« S'il est vrai que la pure honnêteté exige un arrangement de toutes choses qui est beaucoup trop bon pour les hommes du temps, il ne l'est pas moins que le simple intérêt ne tend pas par lui-même à créer un état de choses supérieur à ce que nous voyons. La morale absolue a besoin du frein de l'intérêt pour ne point se jeter dans les absurdités de l'utopie ; mais l'intérêt a besoin de la morale absolue, seul aiguillon qui puisse l'exciter au progrès. Accordons que notre premier besoin est de savoir ce qui est *relativement juste;* mais il ne s'ensuit pas moins que nous devons d'abord regarder ce qui est *absolument juste*, car le premier concept suppose d'abord l'autre. »

Je fis alors sur ces mêmes passages un commentaire que je peux bien reproduire. « Je ne vois pas, disais-je, comment on pourrait bien mettre plus d'énergie à donner à la morale un fondement indépendant de tout ce que nous apprend l'expérience de nos intérêts, et, en un sens, antérieur ; et par suite encore un fondement indépendant des sentiments moraux qui naissent, selon moi, de cette expérience, et antérieur à ces sentiments. » Je n'ajouterait qu'un mot : si j'avais professé exactement le contraire de ce que j'ai dit, le critique aurait pu, je l'avoue, appuyer son jugement sur de bonnes raisons. Si, au lieu de reculer devant la doctrine qui fait « du plus grand bonheur possible le but immédiat de l'homme »[1], je l'avais prise à mon compte ; si, au lieu d'exposer et de justifier « la foi dans le caractère particulièrement sacré de ces principes suprêmes, et le sentiment de l'autorité incomparable, qui s'attache aux émotions *altruistes* correspondantes[2], » j'avais

1. *Statique sociale*, chap. III.
2. *Principes de psychologie*, § 531.

nié ce caractère sacré et cette autorité suprême; si, au lieu de dire, en parlant du sage : « Il exprimera sans crainte la vérité la plus haute qu'il verra, sachant bien, quoi qu'il en puisse advenir, qu'ainsi il remplit son rôle vrai dans le monde [1], » si j'avais dit que l'homme sage ne doit pas agir ainsi; alors oui, l'auteur de l'article aurait pu m'accuser « de ne pas comprendre le mot de *moralité* dans son sens véritable ». Alors aussi, il aurait pu conclure que la doctrine de l'évolution, comme je la prends, implique la négation de toute « distinction entre le devoir et le plaisir ». Jusque-là, on ne trouvera pas, je pense, que les faits justifient son arrêt.

Je le reconnais volontiers avec mon critique, le triomphe d'une philosophie « n'est pas seulement une question d'un intérêt spéculatif, elle a une importance pratique et des plus hautes. » Je m'accorde encore avec lui à croire que d'une philosophie erronée peuvent naître « des changements sociaux et politiques funestes ». Je vais plus loin : pour un écrivain convaincu qu'il n'y a pas de critérium du juste et de l'injuste en dehors d'une révélation interprétée par une autorité infaillible, l'air alarmé qu'il prend en face d'un système aussi radicalement contraire se comprend. Tout en regrettant que le sentiment de l'équité dont il fait preuve en général ne l'ait pas empêché de négliger les faits ci-dessus rappelés, je comprends comment, vue de son point, la doctrine de l'évolution sous la forme que j'adopte lui « semble mortelle pour tous les germes de la vie morale » et « ennemie de toute espèce de religion ». Mais ce que je ne puis comprendre, c'est cette modification de

1. *Premiers Principes*, § 34.

la doctrine de l'évolution, où il voit un moyen de salut. En effet (et, après tant de marques d'un dissentiment si profond, le lecteur ne s'y attendait guère), l'auteur de l'article pousse la conciliation jusqu'à laisser voir que le système en question peut se convertir « avec rapidité et vivacité, par une sorte d'*allotropisme;* après quoi il offrira des caractères étonnamment différents de ceux qu'il a maintenant. » Me sera-t-il permis d'employer à mon tour une autre comparaison, qui touche à des faits subjectifs et non objectifs, pour parler de cette transformation? Dans un stéréoscope, les deux images représentant deux aspects différents d'un objet, produisent d'abord sur la vue un trouble, dû à un conflit d'impressions, puis après un temps et tout à coup s'unissent en un seul tout qui s'offre à nous avec une extrême clarté; de même, ne puis-je pas le dire? cet idéalisme et ce réalisme, dont mon critique marque avec force l'opposition, et avec eux toutes celles de mes opinions où il voit des contradictions essentielles et frappantes, finiront, s'il les considère avec plus de patience, par se rejoindre comme les deux côtés complémentaires d'une figure.

8° OBJECTIONS DE MM. MOULTON ET TAIT

Les principes premiers des sciences physiques.

L'expérience nous fait saisir le sens de ces principes : elle ne les fonde pas. — Ex. du principe d'*inertie*. — Essais pour le démontrer : l'observation, l'expérience. — Elles-mêmes l'impliquent avant de le démontrer. — Nécessité de principes premiers : on ne peut prouver tout.

J'arrive à une question qui mérite d'être traitée assez en détail; elle n'intéresse pas ma seule personne : il s'agit de la

nature du fondement sur lequel reposent les vérités dernières de la physique. L'auteur (d'un article inséré dans la *Revue trimestrielle bretonne* d'octobre dernier) montre, en sa qualité de physicien, un vrai mépris pour tout examen métaphysique des notions de la physique; je ne m'y arrêterai pas, si ce n'est pour remarquer que toute question de physique, quand on va au fond, laisse paraître une question de métaphysique ; et j'aurais même cru que mon adversaire pouvait s'en apercevoir par la controverse que soutiennent aujourd'hui les chimistes entre eux, touchant la légitimité de l'hypothèse des atomes. Quant à sa remarque erronée, que je prends l'expression « persistance de la force » pour synonyme de cette autre, aujourd'hui généralement reçue, « conservation de l'énergie potentielle », je ne dirai qu'un mot : s'il n'eût pas été si désireux de trouver chez moi des contradictions, il aurait vu pourquoi, ayant en vue un objet spécial, j'emploie exprès le mot force; ce mot est générique, en effet; il enveloppe deux espèces : d'abord ce qu'on nomme l'énergie, puis cette force en vertu de laquelle la matière occupe l'espace et maintient son intégrité; cette dernière, quel qu'en soit le rapport avec l'énergie, et bien qu'elle soit reconnue clairement, à titre de *donnée* nécessaire, par la théorie de l'énergie, n'est pas davantage étudiée dans cette théorie. Je veux m'en tenir à cette proposition, longuement discutée par mon adversaire, que nous connaissons la persistance de la force *a priori*. Il s'appuie avec confiance sur l'autorité du professeur Tait, qu'il cite deux fois pour établir ce point-ci :

« La philosophie de la nature est une science expérimentale, non intuitive. Il n'y a pas de raisonnement *a priori* qui puisse nous conduire logiquement à une seule vérité de physique. »

Si je voulais me poser en critique de mon critique, je pourrais insister sur le vague que le professeur Tait laisse subsister quant à l'extension de sa proposition, lorsqu'il parle de la « philosophie de la nature » comme d'*une* science. Si je voulais suivre l'exemple de mon adversaire, je ferais remarquer que le mot « philosophie de la nature », au sens de Newton, qui est accepté par le professeur Tait, comprend l'astronomie; je demanderais alors où sont les « expériences » qui en astronomie nous ont jamais conduits à des vérités ; et je « conseillerais » à mon critique de ne pas s'en remettre à l'autorité d'un homme (j'emploie ici son langage galant) capable de cette « bévue » : confondre l'expérimentation avec l'observation. Je n'irai pourtant pas jusqu'à conclure, de cette erreur d'exposition, que le professeur Tait ignore la différence des deux choses ; et je ne ferai pas de son autorité moins de cas que s'il avait mieux veillé à ses expressions. Pour ce qui est des autorités, je dirai seulement que, si la question devait être tranchée par celle d'un physicien, je pourrais bien contre-balancer celle du professeur Tait, si ce n'est la détruire, à l'aide de celle de Mayer, qui sur ce point est d'un avis tout contraire, et qui a obtenu un hommage tout spécial de la Société royale et de l'Institut de France. Mais, à mon avis, la question ne relève pas de la physique : elle touche à la nature de la démonstration en général. Or, sans mettre en doute la compétence du professeur Tait en logique et en psychologie,

je refuserais encore de me soumettre à son jugement en pareille question, quand je n'aurais pas à y opposer l'avis d'un autre physicien, et non certes moins éminent.

Mais laissons de côté l'autorité, et étudions le sujet en lui-même. Dans le *Traité de philosophie de la nature*, par les professeurs Thompson et Tait, § 243, je lis ceci : « Ainsi que nous le ferons voir dans notre chapitre sur *l'Expérience*, les axiomes de physique ont valeur d'axiome, mais seulement aux yeux de ceux qui connaissent assez l'action des causes physiques pour être à même de voir immédiatement le caractère nécessaire de ces vérités. » J'en demeure d'accord. Il en est en cela de la physique comme des mathématiques : pour s'élever aux vérités nécessaires, il faut d'abord, à l'aide d'expériences particulières, se familiariser avec les éléments dont se composeront ces vérités, assez bien pour concevoir d'une façon distincte toute proposition concernant ces éléments. Dites à un enfant que deux choses égales à une même troisième sont égales entre elles, et l'enfant, faute de connaître sous une forme assez abstraite ce qu'est l'égalité, faute aussi d'être assez accoutumé à comparer des rapports, ne saisira pas votre axiome. De même, un homme des champs, qui n'aura jamais bien réfléchi sur les forces ni sur leurs effets, ne concevra rien de net à l'énoncé de cet axiome, que l'action et la réaction sont égales et de sens contraires. Dans l'un de ces cas comme dans l'autre, il faut d'abord que la pratique ait rendu l'idée des termes à réunir et de leurs relations assez vive pour permettre une sorte d'intuition mentale des vérités qui y sont enveloppées. Mais, après des expériences assez

fréquentes pour donner de la netteté à la représentation des éléments dont il s'agit, il devient impossible de soumettre aux formes intellectuelles, produites dans l'individu par l'expérience de ses ancêtres, les éléments de l'une de ces vérités dernières, sans qu'apparaisse le caractère nécessaire de cette vérité. Si le professeur Tait n'admet pas ces choses, qu'entend-il donc lorsqu'il parle d' « axiomes de physique » et lorsqu'il attribue à l'éducation ce pouvoir de nous en faire « voir *d'un seul coup* le caractère de vérité *nécessaire* ».

Et de même, s'il n'existe point de vérités de physique dignes du nom d'*à priori*, je demande pourquoi le professeur Tait s'accorde avec sir W. Thompson pour admettre, à titre de fondement de la physique, les lois du mouvement, de Newton? Newton parle bien, à titre d'exemple, de la longue durée du mouvement dans les corps qui trouvent peu de résistance ; mais il ne *prouve* pas qu'un corps en mouvement persistera à se mouvoir, s'il n'est pas arrêté, dans la même direction et avec la même vitesse ; et si, dans l'ouvrage même que je viens de citer, je cherche l'exposé de cette loi, je ne vois pas que le professeur Tait en donne autre chose que des exemples : encore sont-ce des faits qui eux-mêmes, pour être assurés, supposent la loi comme déjà reconnue. Le professeur Tait nie-t-il que la première loi du mouvement soit une vérité de physique? Alors quel nom lui donne-t-il? Si au contraire il la reconnaît pour une vérité de physique, mais en lui refusant le caractère *à priori*, prétend-il qu'elle soit établie *à posteriori*, c'est-à-dire à l'aide d'observations et d'expériences d'où on la tirerait par une induction réfléchie? Alors qu'il nous montre le raisonne-

ment inductif propre à la fonder! On peut en imaginer plusieurs; nous allons en faire une revue.

Un corps mis en mouvement ne tarde pas à s'arrêter s'il souffre des frottements énergiques ou s'il rencontre une puissante résistance de la part de corps qu'il frappe. Si la portion de son énergie qu'il dépense à mouvoir ou à affecter de quelque autre façon des corps étrangers, ou bien à vaincre les frottements, est moindre, son mouvement dure plus longtemps. Et c'est quand il rencontre le moins d'obstacle, ainsi sur la glace lisse, qu'il va le plus longtemps. Pouvons-nous, suivant la règle des variations concomitantes, induire de là qu'en l'absence de tout obstacle le mouvement continuerait sans déperdition? Dans ce cas, nous admettons que la perte de mouvement observée est proportionnelle à la quantité d'énergie dépensée à produire d'autres mouvements, soit mouvements de masses, soit mouvements moléculaires. Nous admettons que le mouvement premier n'a pas subi de changements, si ce n'est ceux qui ont résulté de soustractions employées à mouvoir d'autres corps; car, si l'on admet qu'il ait pu subir des variations d'autre origine, alors on n'a plus le droit de conclure que les différences dans les distances parcourues soient dues aux différences dans les résistances rencontrées. Ainsi la vérité à démontrer est déjà engagée dans les prémisses de la démonstration. Et ce n'est pas là l'unique pétition de principe commise. A chaque observation où l'on fait cette remarque : un corps s'arrête d'autant plus vite qu'il rencontre plus de résistance de la part des autres corps ou de son milieu, on suppose déjà la loi de l'inertie, en l'appliquant aux corps et

milieux résistants. Cette seule idée, que le ralentissement, avec sa vitesse plus ou moins grande, est due à cette cause, implique qu'il ne peut y avoir ralentissement sans cause ralentissante proportionnelle; or c'est là, sous une autre forme, l'affirmation même posée dans la première loi du mouvement.

Mais au lieu de ces observations inexactes, faites sur des mouvements qui s'offrent à nous chaque jour, mettons qu'on fasse des expériences exactes, sur des mouvements arrangés à dessein pour permettre la mesure des effets; quel est le postulat impliqué dans chaque expérience? On définit mouvement uniforme celui d'un mobile qui parcourt des espaces égaux dans des temps égaux. Or comment mesurons-nous des temps égaux? A l'aide d'un instrument auquel nous supposons la propriété de marquer des temps égaux : mais c'est supposer par là même l'isochronisme des oscillations du pendule, et, avant de prouver cet isochronisme, il faut d'abord tenir pour vraies les deux premières lois du mouvement. En d'autres termes, la démonstration expérimentale de la première loi, qu'on se proposerait de faire, suppose la vérité et de la première loi, et de celle à laquelle, d'accord avec Newton, le professeur Tait attribue le second rang. Recourra-t-on, comme à une unité dernière de temps, à celui du mouvement de la terre sur son axe, qui décrit des angles égaux en des temps égaux? Mais la réplique s'offre d'elle-même : cette affirmation enveloppe, elle aussi, l'affirmation de ce qu'il s'agit de prouver; car la constance de la rotation de la terre est encore un corollaire de la première loi du mouvement. Dira-t-on qu'on peut s'assurer de la constance du mouvement de la terre sur son

axe, décrivant des angles égaux en des temps égaux, en le rapportant aux astres? Alors je réponds qu'il faut donc avoir établi d'abord, en un système développé, une astronomie qui nous conduira par des raisonnements complexes à admettre la rotation de la terre, avant de pouvoir démontrer une loi du mouvement, qui est un postulat de ce système même. On répondra qu'il n'est pas nécessaire de supposer d'avancer la théorie de Newton sur le système solaire, que celle de Copernic suffit; mais encore pour la démontrer faut-il admettre qu'un corps en repos (une étoile étant prise pour telle) persistera dans son repos, ce qui est une partie de la première loi du mouvement et, aux yeux de Newton, une partie non moins évidente par elle-même que le reste.

Une autre négligence, et non moins notable, du professeur Tait, c'est celle qu'il commet en déclarant : « Il n'y a pas de raisonnement *à priori* qui puisse nous conduire à une vérité quelconque de physique; » et cela quand il a sous les yeux ce système de vérités de physique, les *Principia* de Newton, qu'il a édités en commun avec sir William Thompson et qui sont établis par le raisonnement *à priori*. Il ne peut y avoir de changement sans cause, ou, pour parler comme Mayer, « une force ne peut devenir à rien, ni réciproquement une force ne peut venir de rien » : telle est l'affirmation dernière de la conscience, sur laquelle repose toute science physique. Elle se retrouve au fond de cette proposition, qu'un corps en repos demeurera en repos, de cette autre, qu'un corps en mouvement continuera à se mouvoir dans la même direction et avec la même vitesse, si nulle force ne vient à agir sur lui, et de

celle-ci, que toute déviation imprimée à ce corps sera proportionnelle à la force qui le dévie; elle se retrouve enfin au fond de cet axiome, que l'action et la réaction sont égales et de sens contraires.

La théorie que mon adversaire, appuyé sur l'autorité du professeur Tait, soutient contre moi, reproduit en physique la même erreur de la philosophie purement inductive, que j'ai signalée ailleurs sous la forme métaphysique (*Principes de psychologie*, partie VII). Cette théorie suppose que nous pouvons aller toujours en avant, demandant la preuve de chaque preuve, sans arriver finalement à une connaissance la plus profonde de toutes, qui est indémontrée et indémontrable. C'est là une doctrine insoutenable, je n'ai pas besoin de faire plus pour le montrer. D'ailleurs, quand j'insisterais pour le prouver, je n'avancerais guère, du moins dans l'esprit de l'auteur de l'article : car, à l'en croire, « j'ignore même la nature des principes » dont je parle, et l'idée que je me fais du raisonnement scientifique lui « rappelle les Ptolémistes », selon qui les corps célestes devaient se mouvoir en cercle, parce que le cercle est la figure la plus parfaite [1].

1. J'ai déjà donné divers exemples de ce ton aimable que prend dans la controverse l'auteur de ce compte rendu : je me refuse à suivre son exemple. Mais j'en aurais plus d'une occasion, si mon intention était de les saisir ; un exemple le fera assez voir. Dans un passage, il fait allusion à certaine conséquence de mes raisonnements, et donne à entendre qu'elle est trop absurde pour que personne, fût-ce moi, l'avance explicitement. « A notre avis, dit-il, même M. Spencer ne se hasarderait guère à ériger en donnée de la conscience la seconde loi du mouvement, avec les complications qu'introduit la considération des vitesses composantes, etc. » Or prenez les *Principia* de Newton : après l'énoncé de la seconde loi du mouvement, vous n'y trouverez d'autre appendice qu'un nouvel exposé, plus développé, de cette même loi, pas un exemple, bien moins encore une démonstration. Puis de cette loi, de cet axiome, de cette intuition immédiate, ou « donnée de la conscience », Newton part aussitôt pour déduire les

8° OBJECTIONS DE MM. MOULTON ET TAIT (*suite*).

Sur un essai de démonstration des principes de la physique.

Un axiome se démontre-t-il par la vérité de ses conséquences, comme une hypothèse? — Application de ce procédé aux axiomes mathématiques. — Résultats. — Autorité de Newton, caractère *à priori* des axiomes posés dans les *Principia*. — Objections: 1° tirées de la logique commune : *cercle vicieux* de la prétendue démonstration; — 2° tirées de la logique transcendante : de l'unification de *toutes* les connaissances, selon l'auteur. — Comment elle donne une vérification suprême des axiomes.
Les axiomes ne sont *à priori* qu'au regard de l'individu. — Au regard de la série des êtres pensants, ils sont *à posteriori*.
Résumé en forme de thèses.

J'arrive à ce que l'écrivain de la Revue dit des arguments particuliers dont je me suis servi pour prouver l'impossibilité de démontrer par expérience la première loi du mouvement. Après avoir simplement énoncé mes thèses :

« Nous ne nous soucions pas, dit-il, d'insister sur les très-graves erreurs contenues dans ces propositions : il nous suffit d'indiquer au lecteur la conclusion où elles mènent. Prouve-t-elle bien l'impossibilité d'une preuve inductive? Tout homme doué d'une instruction passable savait déjà, nous le pensons, que la preuve d'une loi scientifique *consistait* à faire voir qu'*en* l'admettant pour vraie on arrivait à expliquer les phénomènes observés. »

L'auteur de l'article s'attend sans doute à ce que ses lecteurs se disent : Il lui serait bien aisé de venir à bout des thèses en question, s'il voulait essayer. Toutefois, auprès des savants, ces façons cavalières d'esquiver mes arguments pourraient bien être expliquées par d'autres causes. J'ai quelque raison de parler ainsi : et je le lui ferai voir. Ces arguments, je les ai

corollaires qui touchent à la composition des forces et qui sont le fonds premier de toute loi dynamique. Que penser alors de Newton, qui admet explicitement ce qu'il est absurde, au dire de notre critique, d'admettre même implicitement ?

soumis à la critique d'un physicien des plus éminents et à celle d'un mathématicien fort distingué : ils ont obtenu l'assentiment de l'un et de l'autre. Et j'ai depuis obtenu l'approbation d'un autre mathématicien, de ceux qui sont au premier rang, car c'est approuver, non sans y mettre des précisions, mais enfin c'est approuver en grande partie la thèse que j'ai essayé d'établir dans les paragraphes si dédaigneusement négligés par l'auteur de l'article, que de dire : La première loi du mouvement ne peut être prouvée par les observations possibles sur la terre. Mais sa dernière phrase, où il nous expose ce qu'à son avis « sait tout homme doué d'une instruction passable », appelle principalement notre attention. Ici, il emploie le mot *loi*, qui, par son sens commodément vague, favorise tout à fait les desseins de l'auteur. Or ce dont il s'agit, c'est les *axiomes* de physique. La question est de savoir si la vérification d'un axiome de physique consiste à faire voir qu'en le prenant pour vrai on peut expliquer les phénomènes observés. Si oui, toute distinction disparaît entre l'axiome et l'hypothèse. Les axiomes mathématiques, dont il n'y a pas d'autre définition que la définition donnée par le professeur Tait pour les axiomes de physique, devront être traités sur le même pied. Dès lors, il nous faut l'admettre, notre raison d'affirmer que « des choses égales à une même chose sont égales entre elles », c'est la vérité constatée des propositions géométriques et autres, qui se tirent de là et des axiomes associés à celui-là. La vérité *constatée*, notez ce mot ; car le travail de la production des conséquences ne fournit nullement la garantie cherchée, tant que ces conséquences n'ont pas été vérifiées par des mesures.

Ainsi, sur les trois côtés d'un triangle rectangle, nous construisons des carrés, nous les découpons dans le papier, puis les pesons : nous trouvons que le carré de l'hypoténuse fait équilibre aux deux autres; alors donc nous avons obtenu là un fait qui, joint à d'autres faits pareillement acquis, nous autorise à affirmer que deux choses égales à une même troisième sont égales entre elles! Même ainsi présentée, cette conséquence, je crois, ne se fera pas facilement recevoir ; mais on verra plus à plein, en poussant l'analyse jusqu'au bout, combien elle est inadmissible.

Le critique, poursuivant son argumentation pour faire voir que les lois du mouvement n'ont pas de fondement *à priori*, dit ceci :

« Selon M. Spencer, Newton n'a pas donné de preuve des lois du mouvement. C'est l'ensemble même des *Principia* qui était la preuve; et le fait, que ces lois, par leur union en un système, expliquent les mouvements de la lune et des planètes, est la base principale sur laquelle elles ont reposé jusqu'à ce jour. »

Je dois remarquer d'abord qu'ici, comme plus haut, le critique s'échappe en soulevant un nouveau procès. Je ne lui demandais pas ce qu'il pense des *Principia* et de leur valeur comme preuve des lois du mouvement; je ne lui demandais pas non plus si d'autres personnes, aujourd'hui, regardent ces lois comme justifiées surtout par la démonstration qu'en fournit le système solaire. Je demandais quelle a été la pensée de Newton. Le critique a déclaré la doctrine d'après laquelle la seconde loi du mouvement peut être connue *a priori*, trop absurde pour que moi-même je l'énonce ouvertement.

J'ai répondu : Puisque Newton l'énonce ouvertement sous ce titre : axiome, et n'en apporte aucune preuve, c'est donc qu'il fait explicitement ce qu'on me reproche d'avoir fait implicitement. Et là-dessus j'ai prié le critique de nous dire ce qu'il pense de Newton. Au lieu de me répondre, il me donne son opinion sur un autre point, m'assurant que les lois du mouvement sont démontrées par la vérité même des *Principia*, ceux-ci en étant déduits. Nous y reviendrons. Pour le moment, ce que je veux prouver, c'est que Newton n'a rien dit de semblable et a laissé paraître constamment une pensée contraire. Il n'appelle pas les lois du mouvement des « hypothèses » : il les nomme « axiomes ». Il ne dit pas qu'il les prend pour vraies « par provision », et que, la raison suffisante de les regarder comme vraies en effet, on la trouvera dans la vérité, prouvée pour l'ordre astronomique, de leurs conséquences. Il les établit exactement comme on établit les axiomes mathématiques; il les pose comme des vérités qu'il faut accepter *a priori* et d'où suivent des conséquences qu'il faut accepter par là même. Et, tout insoutenable que la thèse paraisse à mon contradicteur, je suis assez satisfait de m'accorder avec Newton pour la croire défendable, si du moins je puis le dire sans rabaisser l'autorité de mon critique. Maintenant, ayant bien fait voir qu'il esquive ma question, parce qu'il ne lui convenait pas d'y répondre, j'arrive à la question qu'il y substitue. Je l'examinerai d'abord selon la méthode de la logique ordinaire, puis selon la méthode de ce qu'on pourrait appeler la logique transcendante.

Si l'on veut établir la vérité d'une proposition postulée en

faisant voir que les conséquences en sont vraies, il faut d'abord qu'on ait pour prouver la vérité de ces conséquences un procédé où la vérité du postulat ne se trouve impliquée ni directement ni indirectement. Supposons qu'on parte des axiomes d'Euclide et qu'on en déduise ces vérités : « Tout angle inscrit dans la demi-circonférence est droit; » « Les angles opposés d'un quadrilatère inscriptible sont supplémentaires; » etc., si ensuite, de ce que ces propositions sont vraies, nous concluons que les axiomes sont vrais, nous sommes coupables d'une pétition de principe. Je ne dis pas simplement qu'en déclarant vraies ces diverses propositions, en vertu des démonstrations fournies, on fait un cercle, les démonstrations impliquant les axiomes : je dis plus, je dis que toute preuve *expérimentale* imaginable de ces propositions, à l'aide de mesures, suppose elle-même les axiomes à vérifier. Car, s'agit-il d'une expérience où l'on ferait voir que deux lignes, dont l'égalité aurait été démontrée par raison, sont égales, selon le jugement de nos sens? l'axiome de l'égalité de deux choses égales à une même troisième y est pris pour accordé. Pour prouver l'égalité des deux lignes, il faut porter de l'une à l'autre une certaine mesure (soit une ligne tracée et mobile, soit l'intervalle des pointes d'un compas) et admettre que les deux lignes sont égales entre elles, chacune d'elles étant égale à cette mesure. Donc on ne saurait, pour établir les vérités premières des mathématiques, songer à montrer par expérience que les conséquences en sont vraies : car toute preuve expérimentale qu'on imaginera les suppose déjà. Et il en est de même des vérités premières de la physique. La preuve *a posteriori* qu'on

propose à leur sujet a un vice tout semblable à celui dont je viens de parler. Toute preuve fournie par l'astronomie en faveur des axiomes dits « lois du mouvement » se ramène à l'accomplissement d'une prévision touchant la place ou les places déterminées qu'un ou plusieurs corps célestes doivent occuper dans l'espace à un moment donné. Or, pour fixer le jour, l'heure et la minute de l'observation justificative, il faut d'abord et absolument admettre qu'il n'y a pas de ralentissement dans le mouvement de la terre sur son orbite et dans sa relation. Telle est la similitude des deux cas : si l'on se met à nier que deux choses égales à une même troisième sont égales entre elles, on ne pourra plus se convaincre de cette proposition par la simple vérité des conséquences qui s'en déduisent, car l'opération même de la vérification supposerait en chaque cas ce qu'on a nié. Eh bien ! semblablement, si l'on refuse d'admettre qu'un mouvement, en l'absence de toute opposition, continue en droite ligne et avec la même vitesse, on ne peut plus s'en convaincre à l'aide d'une prédiction astronomique; car on devra se dire : Pour que la position du spectateur dans l'espace et celle de l'évènement dans le temps soient celles qu'on croit, il faut que la translation ni la rotation de la terre n'ait subi de retard : or c'est là justement la chose en question. Évidemment, un tel sceptique aurait le droit de dire que l'accomplissement apparent d'une prédiction, par exemple du passage de Vénus, peut être produit par différentes combinaisons dans les positions relatives et variables de Vénus, de la terre et du spectateur sur la terre. Les apparences peuvent être celles même qu'on avait prévues, bien que Vénus soit à

une place différente de celle qu'indiquait le calcul : il suffit que la terre aussi soit à une autre place, et que la position du spectateur sur la terre soit autre. Or, dès qu'on n'admet pas la première loi du mouvement, on doit reconnaître qu'au temps dit la terre et le spectateur *peuvent* occuper ces places différentes : à supposer encore que sans la première loi, on pût déterminer l'arrivée du moment prédit, ce qui est impossible. Ainsi le procédé de vérification implique inévitablement une pétition du principe en question.

Sans doute l'accord parfait de toutes les observations astronomiques avec toutes les conséquences des « lois du mouvement » donne de la cohésion à tout cet ensemble d'intuitions et de perceptions et lui confère une autorité qu'il n'aurait pas si l'un des éléments jurait avec le reste : cela ne fait pas doute. Mais il ne s'ensuit pas que les observations astronomiques puissent servir de justification à *chacune en particulier des propositions admises*, de l'ensemble desquelles elles sont tirées. Je n'insisterai pas sur ce que l'opération même de la vérification suppose la validité des propositions admises et qui font la base de tout raisonnement; on pourrait dire que cette validité se démontre en dehors de l'astronomie. Je n'insisterai pas sur ce que les postulats servant de base à tout raisonnement mathématique, de géométrie ou d'arithmologie, y sont enveloppés; on pourrait me dire qu'ils se vérifient à part, à l'aide de nos expériences terrestres. Je laisse donc de côté toutes les autres propositions postulées : il me suffira de remarquer que, dans toute prédiction astronomique, les trois lois du mouvement et la loi de la gravitation sont supposées *à la fois;* que la

première loi du mouvement ne peut être regardée comme prouvée par le simple accomplissement de la prédiction, vu qu'il faudrait d'abord, à cet effet, admettre pour vraies les deux autres lois du mouvement et la loi de la gravitation ; et qu'enfin, la prédiction vînt-elle à ne se pas réaliser, la première loi du mouvement ne serait pas renversée, car l'erreur alors pourrait aussi bien résider dans l'un des trois autres postulats. De même pour la seconde loi : la preuve astronomique qu'on en donnerait suppose les autres postulats. Si bien que, pour démontrer les postulats A, B, C et D, il faut par exemple dire : A , B, et C étant reçus pour valables, il s'ensuit que D est vrai ; la vérité de D étant ainsi établie, D, joint à B et à C, prouve à son tour A, et ainsi de suite. En somme, chacun d'eux est établi, si l'on admet que tous sont vrais ; mais qu'un seul soit faux, la garantie des trois autres s'évanouit quand bien même ils seraient en réalité exacts. Si donc une chose est claire ici, c'est que les prédictions et observations astronomiques par elles-mêmes ne sauraient justifier l'une de leurs propres prémisses. Tout ce qu'elles peuvent, c'est de vérifier l'ensemble complet de ces prémisses, mathématiques et physiques, plus l'ensemble des raisonnements qui mènent des prémisses aux conclusions.

Maintenant, je rappelle ici la « pensée » du critique, exprimée dans son style ordinaire, « que tout homme doué d'une instruction passable sait une chose : c'est que la démonstration d'une loi scientifique consiste à montrer que, la vérité de cette loi étant admise, on peut expliquer les phénomènes observés. » J'ai examiné, du point de vue de la logique commune, cette théorie de la preuve, avec l'application qu'en fait le critique ;

maintenant je vais l'examiner du point de vue de la logique transcendante, c'est-à-dire dans le sens où moi-même je m'en suis servi. Ici, je dois accuser le critique d'ignorer ou de négliger délibérément une théorie capitale dans le système philosophique qu'il s'est chargé d'examiner : et cette théorie n'est pas enfermée dans les quatre volumes sur lesquels il ne paraît pas avoir jeté un coup d'œil, mais dans celui dont il traite une partie. Ce principe relatif aux croyances scientifiques, qu'il énonce pour mon instruction particulière, je l'ai en effet moi-même exprimé dans les *Premiers Principes*, l'étendant à toute espèce de croyance. Dans le chapitre sur les « Données de la philosophie », j'ai critiqué la légitimité de nos divers instruments de recherche, j'ai remarqué qu'il y a certains concepts derniers faute desquels l'intelligence ne peut pas plus « se mouvoir, que le corps sans ses membres », et j'ai examiné comment on en pouvait démontrer la légitimité ou l'illégitimité; et voici ma solution :

« Ceux qui sont d'une nécessité vitale, et qu'on ne peut séparer du reste sans détruire l'esprit même, on les recevra comme vrais *par provision*... On laissera aux résultats même le soin de justifier la confiance qu'on y a ajoutée en les mettant hors de question.

« § 40. Comment se fera cette justification par les résultats? Comme celle de toute autre supposition : on s'assurera que toutes les conséquences susceptibles d'en être déduites s'accordent avec les faits directement observés, on montrera un accord entre les observations qu'il nous faisait prévoir et celles que nous faisons réellement. Il n'y a qu'un moyen de prouver la solidité d'une croyance : c'est de montrer qu'elle s'accorde parfaitement avec toutes les autres croyances. »

Suivant alors ouvertement et en toute rigueur ce principe, j'ai cherché à déterminer en ce qu'elle a d'essentiel la *marche*

de la pensée propre à établir cet accord, et le *produit* que la pensée ainsi conduite nous fournira. Ce produit essentiel, je l'ai fait voir, c'est la coexistence du sujet et de l'objet; alors, considérant ce produit comme un postulat qui devra être justifié ensuite, « par son harmonie, ultérieurement démontrée, avec tous les résultats de l'expérience, tant directe qu'indirecte, » j'ai poursuivi en ces termes : « Ces deux divisions, le moi et le non-moi, peuvent elles-mêmes se subdiviser en certaines espèces très-générales, dont la réalité est en chaque instant admise et par la science et par le sens commun. » Ce n'est pas tout. J'avais donc d'abord admis, *seulement à titre provisoire*, cette intuition la plus profonde de toutes et qui, pour l'évidence immédiate, dépasse de beaucoup tous les axiomes : plus tard, après avoir tiré des conséquences durant quatre volumes, je suis revenu délibérément à ce postulat (*Princ. de psychologie*, § 386). Là, je cite le passage où le principe avait été posé, je rappelle au lecteur que les conséquences se sont trouvées en parfaite concordance entre elles, puis je fais cette remarque, qu'il reste à considérer si cette supposition primordiale à son tour est en harmonie avec toutes les conséquences; et là-dessus, durant dix-huit chapitres, je m'applique à mettre en lumière cette harmonie. Ainsi, le critique avait sous les yeux les volumes où ce principe est déclaré avec une netteté et employé avec une franchise qui, je crois, n'ont jamais été dépassées; et c'est lui qui vient énoncer, pour mon profit personnel, ce principe que, selon lui, « tout homme doué d'une instruction passable doit connaître! » Il l'énonce en l'appliquant à un groupe borné de croyances où le principe

n'a pas d'application; et puis il ferme les yeux pour ne pas voir que je m'en suis servi à dessein, et pour l'ensemble de nos croyances, sans exception, y compris les axiomes, dont ce principe donne la justification suprême!

Ici, je dois ajouter un autre éclaircissement, qui n'eût pas été nécessaire si l'auteur de l'article avait connu ce qu'il critique. Dans toute son argumentation, il suppose que j'entends les vérités *a priori* au sens ancien, comme des vérités indépendantes de l'expérience; il fait plus que de le supposer tacitement : il « croit , dit-il, attaquer une des dernières tentatives pour déduire les lois de la nature de notre conscience intime. » Évidemment, une des théories capitales des livres qu'il s'est chargé d'examiner lui est parfaitement inconnue : c'est à savoir que les formes de la pensée, et par suite les intuitions y comprises, sont pour leur totalité l'effet de certaines expériences, organisées et héréditaires. Il a devant lui les *Principes de psychologie*, et non-seulement il ne paraît pas se douter que cette théorie s'y trouve, mais, bien que cette théorie, déjà exposée dans la première édition, il y a quelque vingt ans, se soit fort répandue, il ne paraît pas en avoir jamais entendu parler. Ce que cette théorie suppose, ce n'est pas que les « lois de la nature » puissent se déduire de notre conscience intime, mais qu'entre notre conscience et les plus certaines de ces lois (les plus simples, les plus perpétuellement présentes et les plus exemptes de toute contradiction) il y a une correspondance préétablie; cela grâce aux expériences, on peut dire innombrables, de nos ancêtres, qui les ont comme imprimées dans notre appareil nerveux. S'il avait pris la peine

de pénétrer dans cette théorie, il aurait vu que l'intuition des vérités-axiomes est, selon moi, à l'état latent dans le cerveau, qui lui-même est un héritage, comme les actions réflexes corporelles existent à l'état latent dans les centres nerveux inférieurs, qui sont aussi hérités; que ces intuitions latentes deviennent (sans cesser d'être pures puissances) plus déterminées, à mesure que les appareils, grâce à l'expérience des individus et à l'éducation, deviennent mieux définis; et qu'ainsi les vérités-axiomes, dont le fondement, au regard de la race, est tout *a posteriori*, ont, au regard de l'individu, une base *a priori* pour l'essentiel et qui se complète *a posteriori*. Il y aurait appris différentes choses que voici : comme, pendant l'évolution, la pensée s'est moulée de plus en plus de façon à correspondre aux choses; comme cette correspondance, aujourd'hui quasi-parfaite en ce qui concerne les relations simples, toujours présentes, et invariables, les relations dans l'espace, par exemple, a fait aussi de notables progrès en ce qui concerne les relations primordiales de la dynamique; dès lors, dire que les jugements intuitifs qui en résultent font autorité, c'est dire que les faits constants les plus simples de la nature, ayant été éprouvés durant un passé immense, sont mieux connus par là qu'en vertu des expériences d'un seul individu. Mais toutes ces idées, il semble que l'auteur de l'article n'en ait point entendu parler, et il continue à comparer ma confiance en ces jugements intuitifs primordiaux avec celle que les Ptolémistes mettaient dans leurs rêveries sur la perfection!

THÈSES

1° *Si A produit B, 2 A produiront 2 B.*

C'est là la formule même du rapport de causalité, au point de vue de la quantité, dans le cas de causes et effets simples, c'est-à dire dont les unes ne sont point empêchées par d'autres causes, ni les autres compliqués d'effets étrangers; et quand deux ou plusieurs causes coopèrent, on ne peut déterminer le rapport de la cause complexe à l'effet complexe, sans admettre qu'entre chacune des causes concourantes et son effet propre existe cette même relation de quantité.

2° *Cette proposition est vraie, quelle que soit la nature des causes et effets simples; elle est admise a priori dans toute expérience, comme dans tout raisonnement qui la prend pour point de départ.*

Toute opération de pesage, toute analyse chimique, toute recherche de physique, s'appuient sur cette vérité, sans en fournir de preuve; et, chaque fois qu'on a égard à l'effet d'une cause secondaire qui concourt avec la principale, on suppose cette même vérité.

3° *Si A est une force agissant sur un mobile, et B le mouvement produit, alors la proposition générale : Si A produit B, 2 A produiront 2 B, devient une vérité plus particulière et prend le nom de seconde loi du mouvement.*

L'énoncé développé de cette loi par Newton est celui-ci : « Si une certaine force engendre un mouvement, une force

double engendrera un mouvement double, une triple un triple, soit que d'ailleurs la force soit appliquée au mobile instantanément et d'un coup, ou graduellement et successivement. » Dans la phrase suivante, il déclare que la loi est vraie, soit que les directions des forces soient identiques ou non, affirmant ainsi qu'il y a proportion entre chaque force et le mouvement produit : c'est la même proportion qui, nous l'avons vu, est constamment admise entre chaque cause et son effet propre, pour le cas de plusieurs causes coopérant.

4° *La vérité de cette loi subsiste, quel que soit le mode adopté pour estimer la force appliquée et le mouvement résultant.*

L'énoncé de Newton est abstrait. Il prend pour accordé qu'on a des moyens exacts de mesure, et affirme alors que l'altération dans le mouvement (mesurée exactement) est proportionnelle à la force appliquée (mesurée exactement aussi).

5° *Il ne peut y avoir de preuve a posteriori pour la vérité générale première de la physique* (*ni pour cette vérité plus particulière, qui y est enfermée*); *le procédé de vérification quelconque qu'on voudra imaginer le suppose déjà.*

Cette proposition, une fois débarrassée des complications qui la dissimulent, est la thèse que je soutiens.

9° L'expérience nous aide à dégager les principes à priori.

L'intuition de l'espace chez l'enfant. — *Géométrie spontanée*, de plus en plus précise, abstraite, réfléchie. — *Evolution* de cette géométrie, due à une série d'expériences ou applications. — Evolution analogue de la *mécanique innée*. — Ce qui est *à priori*, c'est surtout le *pouvoir d'acquérir l'expérience*. — Accommodation progressive, dans l'univers, de l'esprit aux choses.

A M. HAYWARD.

38 Queen's Gardens, Bayswater, 21 juin 1874.

Monsieur, ci-joint je vous envoie une copie de votre lettre; vous y trouverez intercalées mes réflexions. Vous verrez clairement par ces réflexions, je crois, que je n'ai pas admis à la fois trois définitions différentes de notre façon de connaître la seconde loi du mouvement.

Comme d'autres peuvent bien, ainsi qu'il paraît vous arriver, éprouver quelque difficulté à la concevoir aussi familièrement que moi, qui suis arrivé à la regarder comme simple, je vais essayer, sous forme synthétique, d'éclaircir le rapport qu'il y a entre ces produits plus récents et plus complexes des expériences organisées et les produits plus anciens et plus simples. Pour la commodité du lecteur, je prendrai d'abord notre notion de l'espace, avec les conceptions qui en dérivent.

Dans l'hypothèse de l'évolution, la notion de l'espace résulte d'expériences dues au sens de l'effort et à ceux du toucher et de la vue, et organisées. Aux §§ 326-346 des *Principes de psychologie*, j'ai décrit en détail cette formation telle que je la conçois. La notion d'espace ainsi produite appartient, à des degrés divers, à tous les êtres non dénués d'intelligence; elle

s'étend et se précise, à mesure que l'évolution mentale se complète par un commerce avec les objets environnants. Et combien profondément ces relations extérieures se sont imprimées dans notre structure interne ! Pour en juger, rappelez-vous ces grenouilles décapitées qui repoussent, avec une ou deux de leurs pattes, le scalpel, quand on les pique à la partie postérieure du corps, et le poulet qui, à peine remis de son épuisement à la suite de ses efforts pour sortir de l'œuf, accomplit des actes parfaitement coordonnés, pour lesquels il faut avoir la notion de la distance et de la direction, et picote des graines. Arrivons à la notion de l'espace, telle que l'organisation des expériences et l'hérédité l'ont faite chez l'enfant, et avec les perfectionnements que de moment en moment il y ajoute à l'aide de sa propre expérience, alors qu'il travaille à développer son système nerveux, jusqu'à atteindre le type achevé de l'adulte, à l'aide d'exercices qui en même temps favorisent le développement de son système musculaire : nous le voyons, à mesure que ses idées de distance et de direction vont se précisant, acquérir à son propre insu des idées plus détaillées des relations géométriques. Considérons un groupe de ces idées. Quand il écarte les doigts, il voit croître les angles qu'ils forment et en même temps s'agrandir la distance qui sépare leurs extrémités. Quand il écarte les jambes ou qu'il regarde les autres marcher, il a sous les yeux, et cela sans cesse, le rapport qu'il y a entre l'accroissement ou la décroissance de la base dans un triangle qui a deux côtés égaux, et l'accroissement ou la décroissance de l'angle au sommet. (La relation qui s'imprime alors dans son esprit est simplement celle de

variation concomitante ; quant à une relation plus déterminée, je n'en parle pas : elle ne saurait être pensée par un petit enfant.) En observant ces faits, il ne procède pas d'une telle manière, qu'il ait conscience de les avoir observés; mais ils s'impriment en lui assez fortement pour établir une puissante association entre certains états de l'esprit. Dans certaines autres actions qu'il accomplit, des rapports d'espace d'une espèce plus déterminée se trouvent enveloppés. Quand il tire sur la corde d'un arc, il les fait ressortir d'une nouvelle manière et avec une netteté un peu plus marquée; et quand il s'agit non plus des extrémités d'un arc, qui peuvent se rapprocher, mais de points d'attache immobiles, avec une corde élastique, alors son attention est bien plus impérieusement appelée sur le rapport entre l'accroissement de longueur des côtés d'un triangle isocèle et la diminution de l'angle au sommet, quoiqu'il n'aille pas encore jusqu'à une connaissance accompagnée de conscience. Voilà ce que j'appelle une « préconception formée à l'insu du sujet ». Ensuite l'enfant devient un garçon, il fait des dessins sur le papier, et, entre autres choses, il trace des triangles isocèles : alors il voit s'offrir à lui bien plus nettement cette vérité que, la base ne changeant pas, l'angle au sommet devient plus aigu quand les côtés s'allongent; et, quand son attention est appelée sur ce rapport, il s'aperçoit qu'il ne peut le concevoir autrement. Dès qu'il imagine un changement dans la longueur des côtés, il ne peut exclure de son esprit la variation corrélative de l'angle; enfin, les forces de son esprit une fois suffisamment développées, il voit que, s'il continue à allonger les côtés dans son imagina-

tion, ils tendent au parallélisme, tandis que l'angle tend vers zéro : d'où il tire une notion du rapport des parallèles entre elles. Alors la conscience est arrivée à la période des notions définies. Mais il est manifeste que la notion définie où il parvient ainsi est le simple aboutissement des *préconceptions* où il est arrivé auparavant et, sans ces dernières, eût été impossible; et de même ces *préconceptions* formées à l'insu du sujet eussent été impossibles, faute de la notion plus ancienne encore de la distance, de la direction, de la position relative, tous éléments de la notion d'espace. L'évolution entière a son unité; la naissance d'une conception distincte n'est que l'arrivée de cette conception à un état dernier de précision et de complexité ; et il serait aussi impossible d'y arriver sans passer par les périodes antérieures des notions confuses, qu'au corps d'arriver à l'état adulte sans traverser l'état de l'embryon, du petit enfant, du jeune enfant [1].

1. Dans cet exposé de la formation des intuitions relatives à l'espace, j'ai fait un emprunt à une série d'expériences que M. Hayward, dans le n° du 28 mai de la *Nature*, a groupées pour mettre en lumière l'absurdité de l'explication qu'on donne du procédé par où l'esprit arrive à la notion scientifique de la proportion :

« C'est à peine si l'on parodie M. Collier *, disait-il, en s'exprimant ainsi : Un enfant découvre que plus l'angle formé par ses jambes grandit, plus s'accroît la distance de ses pieds : dans cette expérience est impliquée l'idée de la proportion entre l'angle d'un triangle et le côté opposé; cette *préconception*, à ce qu'il me paraît, est aussi bien fondée que celle dont M. Collier explique la formation ; seulement, ai-je besoin de l'ajouter, elle est bien vite corrigée par une étude réfléchie de la géométrie ou par la mesure directe. »

Je remercie M. Hayward de me fournir cet exemple. Il me servira fort bien à deux fins. D'abord j'y trouverai de quoi éclaircir le rapport entre les grossières notions préliminaires, dues aux premières expériences, et les notions qui en sont tirées avec conscience, à l'aide d'expériences nouvelles, une fois que l'esprit a acquis les facultés nécessaires d'analyse et d'abstraction. En même temps, on y verra l'impuissance de nos adversaires à expliquer la manière dont la notion scientifique de la proportion exacte, au cours du développement de l'intelligence, se tire d'une notion préliminaire, grossière, vague et inexacte. Car si l'idée de

* Disciple qui soutint M. Spencer dans cette polémique. (TR.)

Par un développement parallèle naît d'abord une notion vague de la force, de la force produite par le moi ou par les objets environnants; puis, par un premier progrès, on arrive à en distinguer jusqu'à certain point la quantité dans son rapport avec les effets; plus tard, à l'insu du sujet, l'idée d'intensité dans l'un s'associe à celle d'intensité dans l'autre, et de même pour leur faiblesse respective; encore un pas, et l'individu admet tacitement une proportion entre les deux, mais sans s'avouer distinctement qu'il l'admet; enfin, cette notion s'élève à l'état de connaissance déterminée, de vérité nécessaire applicable à tous les cas de forces simples. Au cours de sa vie

proportion, telle que l'acquiert l'enfant dans l'exemple de M. Hayward, est fausse, elle est déjà une approximation vers l'idée vraie, qui sera atteinte plus tard, quand l'intelligence mieux développée sera appliquée à un examen critique des faits. A la fin, il découvre que l'angle n'est pas proportionnel au côté opposé, mais à l'arc sous-tendu par ce côté, et cette découverte est faite *au cours d'un travail qui a pour objet de dégager une relation simple du milieu d'autres relations qui la compliquent et la masquent.* Pourquoi la proportion entre l'angle et l'arc est-elle rigoureuse? C'est que, dans ce cas, il ne s'agit que d'une série simple de relations d'espace unies par un lien immédiat : la distance des parties de l'arc à l'angle inscrit est constante ; la relation entre l'angle qui croît et l'arc qui croît ne subit pas de changements ; aussi les deux varient-ils en proportion directe. Mais il n'en est pas de même pour le côté opposé. Les parties de ce côté ont des relations diverses, quant à la distance, avec l'angle sous-tendu ; et quand ce côté s'allonge, chaque longueur ajoutée diffère des précédentes en ce qui est de sa distance à l'angle. Autrement dit, une série de rapports géométriques unis ensemble par un lien direct se trouve ici engagée dans une série différente; et la relation entre la base et l'angle est de telle nature que la loi du rapport de leurs accroissements enveloppe deux séries de facteurs. Or, pour distinguer la vraie proportion (celle de l'angle à l'arc), d'avec le rapport qui simule la proportion (celui de l'angle au côté), il faut justement faire cette opération que j'appelle le développement final des conceptions exactes et où je vois le dernier pas de toute une marche antérieure, pas lui-même impossible sans les précédents. Et la vérité à laquelle nos adversaires ferment les yeux, la voici : lorsqu'il s'agit de ces conceptions de rapports quant à l'espace, la notion exacte de proportion ne peut naître qu'en sortant par évolution de la notion grossière de proportion, telle qu'elle s'est formée avant qu'apparût le raisonnement; eh bien! il en est de même des relations dans la catégorie de la force : la notion de la proportion, où l'on finit par arriver, une fois que l'intelligence a par analyse dégagé les causes simples et leurs effets, ne peut naître que par suite de l'évolution de la notion grossière de proportion, et celle-ci fut d'abord établie, à l'état de *préconception*, par les expériences premières, renforçant elles-mêmes celles des ancêtres.

chaque être trouve, *parmi les actes mêmes des parties mobiles de son corps*, des forces et des mouvements obéissant aux Lois du Mouvement. S'il a un système nerveux, les différences des tensions musculaires et celles des mouvements qu'elles produisent s'impriment d'une manière vague dans ce système nerveux. Ce système se développe-t-il en même temps que les membres eux-mêmes? il devient possible de faire simultanément un nombre plus grand d'expériences... relatives au moment engendré, au rapport des actions et réactions (ainsi quand un animal déchire sa nourriture en la maintenant avec ses pattes); et en même temps son système nerveux, se développant, devient plus apte à apprécier et à enregistrer ces différences. De là, dans la conscience, des liaisons, formées sans doute et fortifiées à l'insu de l'individu, et qui toutefois manifestent leur présence en guidant sa conduite : exemple, la proportion entre l'effort que fait un animal et la distance où il veut bondir; autre exemple, ces ajustements si délicats des efforts musculaires, en vue de passer d'un mouvement à l'autre, que fait une hirondelle pour attraper des moucherons ou un faucon fondant sur sa proie. Évidemment donc, ces expériences, qui, durant les périodes antiques du développement de l'esprit, se sont organisées, forment dans la conscience un tout qui ne s'exprime pas en notions distinctes, ni même en *préconceptions*, mais qui n'en existe pas moins : c'est une masse d'associations *dans laquelle les vérités touchant les rapports de la force avec le mouvement sont enveloppées en puissance.* Remontons jusqu'aux hommes dont l'esprit n'a pas été cultivé : ici, ces expériences subissent déjà un commencement de générali-

sation. Le sauvage ne se dit pas expressément que plus il aura besoin de lancer loin son javelot, plus il lui faudra y mettre de force; un paysan ne pense pas nettement que, pour soulever un poids double, il lui faudra un effort double; mais l'un et l'autre l'admettent tacitement : il suffit de considérer la chose pour s'en assurer. Ainsi donc, à l'égard de ces actes et d'autres non moins simples, d'ordre mécanique, il y a chez eux des notions préparatoires, inconscientes. Les vérités de géométrie dont les rapports des objets environnants nous offrent une grossière esquisse ne sont pas avouées ouvertement, jusqu'au jour où nous nous sommes familiarisés avec les lignes droites et les figures qui en sont formées; eh bien! de même aussi, tant que nous ne sommes pas arrivés par une longue pratique de la mesure des lignes à l'idée du levier à bras égaux ou balance, et par là à la notion d'unités de force égales entre elles, cette idée provisoire d'ordre mécanique ne peut arriver à la précision. Et, une fois arrivée là, il se passe un long temps encore avant qu'elle parvienne à l'état de connaissance réfléchie : ni le regrattier de village ni l'apothicaire de la ville, qui pourtant a déjà l'esprit plus cultivé, ne reconnaît cette vérité générale et abstraite, qu'en l'absence de toute perturbation il y a une liaison nécessaire entre les équimultiples d'une cause et d'un effet donnés. Maintenant, remarquez-le : cette vérité, sur laquelle, avec une conscience plus ou moins claire, le savant règle sa conduite, et qu'il perfectionne par l'analyse et par l'abstraction, n'arrive ainsi à sa perfection qu'au terme de son évolution. Cette connaissance précise n'est que la forme définitive d'une notion qui a subi une longue préparation : cette

notion, on n'en trouve chez la brute que le premier fond; elle prend déjà forme chez l'homme primitif; elle acquiert plus de netteté chez l'homme à demi civilisé; ensuite elle devient un postulat distinct, bien que non pas formulé; elle n'atteint le terme de son développement qu'en s'élevant à l'état d'axiome reconnu avec pleine conscience. De même qu'il y a une évolution continue du système nerveux, de même il y en a une pour la conscience, qui est l'accompagnement des actes du système nerveux; et, si les périodes primitives sont la préparation nécessaire des dernières pour l'un, elles ne le sont pas moins pour l'autre. Aller croire que les conceptions de la science, dans leur état d'achèvement, peuvent se produire sans avoir été précédées des notions indéfinies du sens commun, et celles-ci d'acquisitions plus primitives encore de l'esprit, c'est comme si l'on disait que nous pouvons arriver à juger correctement les choses en homme mûr, sans avoir passé par les jugements grossiers du jeune homme, par ceux de l'enfant, si étroits, si incohérents, et par ceux du nourrisson, si vagues et si faibles. Ainsi, bien loin, dans ma théorie des axiomes de la physique, de puiser nos connaissances à une source différente de l'expérience, je déclare là que l'expérience est la seule source possible de ces connaissances comme des autres; mais à cela j'ajoute que notre propre expérience, acquise durant le temps présent et avec conscience, n'y suffit pas; que *même le pouvoir d'acquérir cette expérience,* nous le devons à l'accumulation de toutes les expériences antérieures. Ce n'est pas moi qui mérite ce reproche, de me ranger à l'ancienne doctrine de l'*à priori :* ce sont mes adversaires; car, sans explication ni justification,

ils posent et mettent hors de question les postulats qui servent de base à toute expérience et à toute conclusion qu'on en peut tirer. La croyance à la causalité dans la nature est admise à chaque instant à titre d'élément indispensable dans toute expérience et dans tout raisonnement fondé sur une expérience : or, si l'on n'invoque pas pour la justifier l'hypothèse précédente, on la pose tacitement comme une croyance *à priori*. Au contraire, dans ma thèse, les croyances de ce genre sont toutes rattachées aux expériences amassées durant le temps passé ; ces expériences en deviennent l'unique garantie ; d'après cette thèse, durant tout le temps qu'a déjà duré le commerce entre l'esprit et les objets alentour, des liaisons nécessaires, comme celles qui concernent l'espace, se sont formées dans la pensée, par l'effet de l'observation indéfiniment répétée de liaisons nécessaires correspondantes dans les choses; de même aussi, grâce à un commerce perpétuel avec les forces qui se manifestent à nous dans l'espace, se sont établies peu à peu en nous des relations répondant à celles qui existent hors de nous, bien qu'enfin on voie se révéler, sous le nom d'axiomes de physique, certaines lois nécessaires de la pensée répondant à des lois pareilles dans les choses.

J'ai à peine besoin de dire que si j'ai pris ce soin d'exposer mes réflexions à propos de votre lettre, et d'écrire en outre tout cet exposé de mes idées, c'est pour en faire usage ultérieurement.

Je suis, etc.

HERBERT SPENCER.

CONCLUSION

Rapport des questions précédentes à la théorie de l'évolution.

Si j'ai pris tant de peine pour répondre aux objections et dissiper les malentendus, c'est que ces attaques, dirigées contre la théorie particulière en question, font partie de tout un plan d'attaque contre la doctrine qui fait le fond dernier de la partie déductive des *Premiers Principes*, à savoir que la quantité de réalité est immuable. D'accord en cela avec sir W. Hamilton, je pense que notre croyance à la nécessité des causes vient de notre impuissance à concevoir un accroissement ou une diminution de l'être considéré dans sa totalité. La proportionnalité de la cause avec l'effet y est impliquée : car, si on la nie, on admet par le fait qu'une partie de la cause a disparu sans produire d'effet, ou qu'une partie de l'effet a été suscitée sans cause. Si j'ai maintenu le caractère *à priori* de la seconde loi du mouvement, *sous la forme abstraite qu'on lui donne*, c'est que j'y vois une conséquence, un peu plus éloignée seulement, de la même vérité première. Et si j'ai eu une raison pour insister sur la validité de ces jugements intuitifs, c'est uniquement celle-ci que, dans l'hypothèse de l'évolution, certaines constances absolues dans les choses ont produit des constances absolues dans les pensées ; et que les jugements nécessaires représentent des amas d'expériences surpassant infiniment par leur grandeur ce qu'on peut amasser d'observations, d'expérimentations et de raisonnements, au cours de la vie d'un individu.

TABLEAU PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE DES ESSAIS CONTENUS DANS LES TROIS VOLUMES.

Nos d'ordre.	TITRES	RECUEIL OU L'ESSAI A PARU POUR LA PREMIÈRE FOIS	DATE	Volume et pages de la traduction.
1	L'utile et le beau.	*The Leader.*	Janv. 1852 — mai 1854.	I, 251-259.
2	La beauté dans la personne humaine.	Ibid.	*Id.*	I, 261-279.
3	La grace.	Ibid.	*Id.*	I, 281-291.
4	L'origine des styles en architecture.	Ibid.	*Id.*	I, 315-324.
5	L'hypothèse du développement.	Ibid.	*Id.*	III, 1-11.
6	L'utilité de l'anthropomorphisme.	Ibid.	*Id.*	I, 111-120.
7	La philosophie du style.	*Westminster Review.*	Octobre 1852.	I, 325-375.
8	Trop de lois.	Ibid.	Juillet 1853.	II, 1-81.
9	Les manières et la mode.	Ibid.	Avril 1854.	I, 121-194.
10	Mœurs et procédés des administrations de chemins de fer.	*Edinburgh Review.*	Octobre 1854.	II, 363-439.
11	Le progrès : loi et cause du progrès.	*Westminster Review.*	Avril 1857.	I, 1-79.
12	Origine et fonction de la musique.	*Macmillan's Magazine.*	Octobre 1857.	I, 377-414.
13	Le gouvernement représentatif.	*Westminster Review.*	*Id.*	II, 105-167.
14	La physiologie transcendante.	*National Review.*	*Id.*	III, 221-284.
15	Immixtion de l'État dans le commerce de l'argent et dans les banques.	*Westminster Review.*	Janvier 1858.	II, 265-309.
16	Mœurs commerciales.	Ibid.	Avril 1859.	I, 195-249.
17	L'hypothèse de la nébuleuse.	Ibid.	Juillet 1859.	III, 39-112.
18	Les sophismes de la géologie	*Universal Review.*	*Id.*	III, 151-220.
19	La physiologie du rire.	*Macmillan's Magazine.*	Mars 1860.	I, 293-314.
20	La réforme électorale : dangers et remèdes.	*Westminster Review.*	Avril 1860.	II, 225-264.
21	Morale de la prison.	*British Quarterly Review.*	Juillet 1860.	II, 311-361.
22	Qu'est-ce que l'électricité ?	*The Reader.*	19 novembre 1864.	III, 103-133.
23	La constitution du soleil.	Ibid.	25 février 1865.	III, 135-150.
24	La « sagesse collective ».	Ibid.	15 avril 1865.	II, 95-103.
25	Le fétichisme en politique.	Ibid.	10 juin 1865.	II, 83-94.
26	L'origine du culte des animaux.	*Fortnightly Review.*	Mai 1870.	I, 81-110.
27	L'administration ramenée a sa fonction spéciale.	Ibid.	Décembre 1871.	II, 169-224.
28	L'évolution selon M. Martineau.	*Contemporary Review.*	Juin 1872.	III, 13-38.
29	Objections et réponses.	*Fortnightly Review.*	Nov. et déc. 1873.	III, 313-412.
30	La psychologie comparée de l'humanité.	Lecture faite à l'*Institut d'anthropologie.*	22 juin 1875.	III, 285-312.

(TR.)

TABLE DES MATIÈRES

Coulommiers. — Typ. Paul BRODARD.

CATALOGUE

DE

LIVRES DE FONDS

OUVRAGES HISTORIQUES

ET PHILOSOPHIQUES

TABLE DES MATIÈRES

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille.

MARS 1879

COLLECTION HISTORIQUE DES GRANDS PHILOSOPHES

PHILOSOPHIE ANCIENNE

ARISTOTE (Œuvres d'), traduction de M. BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE.

— **Psychologie** (Opuscules) traduite en français et accompagnée de notes. 1 vol. in-8. . . . . 10 fr.

— **Rhétorique** traduite en français et accompagnée de notes. 1870, 2 vol. in-8 . . . . 16 fr.

— **Politique**, 1868, 1 v. in-8 10 fr.

— **Physique**, ou leçons sur les principes généraux de la nature. 2 forts vol. in-8. . . . . 20 fr.

— **Traité du ciel**, 1866 : traduit en français pour la première fois. 1 fort vol. grand in-8. . . . . 10 fr.

— **Météorologie**, avec le petit traité apocryphe : *Du Monde*, 1863. 1 fort vol. grand in-8. . . . . 10 fr.

— **La métaphysique d'Aristote.** 3 vol. in-8. (*Sous presse.*)

— **Poétique**, 1858. 1 vol. in-8. 5 fr.

— **Traité de la production et de la destruction des choses**, trad. en français et accomp. de notes perpétuelles, 1866. 1 v. gr. in-8. 10 fr.

— **De la logique d'Aristote**, par M. BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE. 2 volumes in-8. . . . . 10 fr.

SOCRATE. **La philosophie de Socrate**, par M. Alf. FOUILLÉE. 2 vol. in-8 . . . . 16 fr.

PLATON. **La philosophie de Platon**, par M. Alfred FOUILLÉE. 2 volumes in-8 . . . . 16 fr.

— **Études sur la Dialectique dans Platon et dans Hegel**, par M. Paul JANET. 1 vol. in 8. . . 6 fr.

PLATON et ARISTOTE. **Essai sur le commencement de la science politique**, par VAN DER REST. 1 vol. in-8. . . . . 10 fr.

ÉPICURE. **La Morale d'Épicure** et ses rapports avec les doctrines contemporaines, par M. GUYAU. 1 vol. in-8. . . . . 6 fr. 50

ÉCOLE D'ALEXANDRIE. **Histoire critique de l'École d'Alexandrie**, par M. VACHEROT. 3 vol. in-8. 24 fr.

— **L'École d'Alexandrie**, par M. BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE. 1 v. in-8. 6 fr.

MARC-AURÈLE. **Pensées de Marc-Aurèle**, traduites et annotées par M. BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE. 1 vol. in-18. . . . . 4 fr. 50

RITTER. **Histoire de la philosophie ancienne**, trad. par TISSOT. 4 vol. in-8. . . . . 30 fr.

FABRE (Joseph). **Histoire de la philosophie, antiquité et moyen âge.** 1 vol. in-18. . . . . 3 50

PHILOSOPHIE MODERNE

LEIBNIZ. **Œuvres philosophiques**, avec introduction et notes par M. Paul JANET. 2 vol. in-8. 16 fr.

— **La métaphysique de Leibniz et la critique de Kant.** Histoire et théorie de leurs rapports, par D. NOLEN. 1 vol. in-8. . 6 fr.

— **Leibniz et Pierre le Grand**, par FOUCHER DE CAREIL. 1 vol. in-8. 1874. . . . . 2 fr.

— **Lettres et opuscules de Leibniz**, par FOUCHER DE CAREIL, 1 vol. in-8. . . . . 3 fr. 50

— **Leibniz, Descartes et Spinoza**, par FOUCHER DE CAREIL. 1 v. in-8. 4 fr.

— **Leibniz et les deux Sophie**, par FOUCHER DE CAREIL. 1 v. in-8 2 fr.

SPINOZA. **Dieu, l'homme et la béatitude**, traduit pour la première fois en français, et précédé d'une introduction par M. P. JANET. 1 vol. in-18 . . . . 2 fr. 50

LOCKE. **Sa vie et ses œuvres**, par M. MARION. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

MALEBRANCHE. **La philosophie de Malebranche**, par M. OLLÉ LAPRUNE. 2 vol. in-8. . . . . . 16 fr.

VOLTAIRE. **La philosophie de Voltaire**, par M. Ern. BERSOT. 1 vol. in-18. . . . . 3 fr. 50

VOLTAIRE. **Les sciences au XVIIIe siècle.** Voltaire physicien, par M. Em. SAIGEY. 1 vol. in-8. . 5 fr.

BOSSUET. **Essai sur la philosophie de Bossuet**, par NOURRISSON, 1 vol. in-8. . . . . 4 fr.

RITTER. **Histoire de la philosophie moderne**, traduite par P. Challemel-Lacour. 3 vol. in-8. 20 fr.

FRANCK (Ad.). **La philosophie mystique en France** au XVIIIe siècle. 1 vol. in-18.... 2 fr. 50

DAMIRON. **Mémoires pour servir à l'histoire de la philosophie au XVIIIe siècle.** 3 vol. in-8. 15 fr.

MAINE DE BIRAN. **Essai sur sa philosophie**, suivi de fragments inédits, par JULES GÉRARD. 1 fort vol. in-8. 1876............. 10 fr.

BERKELEY. **Sa vie et ses œuvres**, par PENJON. 1 v. in-8 (1878). 7 fr. 50

PHILOSOPHIE ÉCOSSAISE

DUGALD STEVART. **Éléments de la philosophie de l'esprit humain**, traduits de l'anglais par L. PEISSE. 3 vol. in-12........... 9 fr.

W. HAMILTON. **Fragments de philosophie**, traduits de l'anglais par L. PEISSE. 1 vol. in-8.. 7 fr. 50

— **La philosophie de Hamilton**, par J. STUART MILL. 1 v. in-8. 10 fr.

PHILOSOPHIE ALLEMANDE

KANT. **Critique de la raison pure**, trad. par M. TISSOT. 2 v. in-8. 16 fr.

— Même ouvrage, traduction par M. Jules BARNI. 2 vol. in-8, avec une introduction du traducteur, contenant l'analyse de cet ouvrage.... 16 fr.

— **Éclaircissements sur la critique de la raison pure**, traduits par J. TISSOT. 1 volume in-8.................... 6 fr.

— **Examen de la critique de la raison pratique**, traduit par M. J. BARNI. 1 vol. in-8.... ... 6 fr.

— **Principes métaphysiques du droit**, suivis du *projet de paix perpétuelle*, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8.......... 8 fr.

— Même ouvrage, traduction par M. Jules BARNI. 1 vol. in-8... 8 fr.

— **Principes métaphysiques de la morale**, augmentés des *fondements de la métaphysique des mœurs*, traduct. par M. TISSOT. 1 v. in-8. 8 fr.

— Même ouvrage, traduction par M. Jules BARNI avec une introduction analytique. 1 vol. in-8...... 8 fr.

— **La logique**, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8..... 4 fr.

— **Mélanges de logique**, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8.. 6 fr.

— **Prolégomènes à toute métaphysique future** qui se présentera comme science, traduction de M. TISSOT. 1 vol. in-8... 6 fr.

KANT. **Anthropologie**, suivie de divers fragments relatifs aux rapports du physique et du moral de l'homme, et du commerce des esprits d'un monde à l'autre, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8. ... 6 fr.

— **La critique de Kant et la métaphysique de Leibniz.** Histoire et théorie de leurs rapports, par D. NOLEN. 1 vol. in-8. 1875. 6 fr.

FICHTE. **Méthode pour arriver à la vie bienheureuse**, traduite par Francisque BOUILLIER. 1 vol. in-8.................... 8 fr.

— **Destination du savant et de l'homme de lettres**, traduite par M. NICOLAS. 1 vol. in-8.... 3 fr.

— **Doctrines de la science.** Principes fondamentaux de la science de la connaissance, traduits par GRIMBLOT. 1 vol. in-8..... 9 fr.

SCHELLING. **Bruno** ou du principe divin, trad. par Cl. HUSSON. 1 vol. in-8................. 3 fr. 50

— **Écrits philosophiques** et morceaux propres à donner une idée de son système, trad. par Ch. BÉNARD. 1 vol. in-8......... 9 fr.

HEGEL. **Logique**, traduction par A. VÉRA. 2e édition. 2 volumes in-8 .... 14 fr.

HEGEL. **Philosophie de la nature**, traduction par A. VÉRA. 3 volumes in-8.................... 25 fr.

Prix du tome II..... 8 fr. 50

Prix du tome III..... 8 fr. 50

HEGEL. **Philosophie de l'esprit,** traduction par A. VÉRA. 2 volumes in-8 . . . . 18 fr.

— **Philosophie de la religion,** traduction par A. VÉRA. 2 vol. 20 fr.

— **Introduction à la philosophie de Hegel,** par A. VÉRA. 1 volume in-8 . . . . 6 fr. 50

— **Essais de philosophie hégélienne,** par A. VÉRA. 1 vol. 2 fr. 50

— **L'Hégélianisme et la philosophie,** par M. VÉRA. 1 volume in-18 . . . . 3 fr. 50

— **Antécédents de l'Hegelianisme dans la philosophie française,** par BEAUSSIRE. 1 vol. in-18 . . . . 2 fr. 50

— **La dialectique dans Hegel et dans Platon,** par Paul JANET. 1 vol. in-8 . . . . 6 fr.

— **La Poétique,** traduction par Ch. BÉNARD, précédée d'une préface et suivie d'un examen critique. Extraits de Schiller, Gœthe, Jean Paul, etc., et sur divers sujets relatifs à la poésie. 2 vol. in-8 . . . 12 fr.

— **Esthétique.** 2 vol. in-8, traduite par M. BÉNARD . . . . 16 fr.

RICHTER (Jean-Paul). **Poétique ou Introduction à l'esthétique,** traduit de l'allemand par Alex. BUCHNER et Léon DUMONT. 2 vol. in-8. 15 fr.

HUMBOLDT (G. de). **Essai sur les limites de l'action de l'État,** traduit de l'allemand, et précédé d'une Étude sur la vie et les travaux de l'auteur, par M. CHRÉTIEN. 1 vol. in-18 . . . . 3 fr. 50

— **La philosophie individualiste,** étude sur G. de HUMBOLDT, par CHALLEMEL-LACOUR. 1 vol. 2 fr. 50

STAHL. **Le Vitalisme et l'Animisme de Stahl,** par Albert LEMOINE. 1 vol. in-18 . . . . 2 fr. 50

LESSING. **Le Christianisme moderne.** Étude sur Lessing, par FONTANÈS. 1 vol. in-18 . . 2 fr. 50

PHILOSOPHIE ALLEMANDE CONTEMPORAINE

L. BUCHNER. **Science et nature,** traduction de l'allemand, par Aug. DELONDRE 2 vol. in-18 . . . . 5 fr.

— **Le Matérialisme contemporain,** par M. P. JANET. 3e édit. 1 vol. in-18 . . . . 2 fr. 50

HARTMANN (E. de). **La Religion de l'avenir.** 1 vol. in-18 . . 2 fr. 50

— **La philosophie de l'inconscient,** traduit par M. D. NOLEN. 2 vol. in-8. 1876 . . . . 20 fr.

— **Darwinisme,** ce qu'il y a de vrai et de faux dans cette doctrine, traduit par M. G. GUÉROULT. 1 vol. in-18, 2e édit . . . . 2 fr. 50

— **La philosophie allemande du XIXe siècle dans ses représentants principaux,** traduit par M. D. NOLEN. 1 vol. in-8. (*Sous presse.*)

— **La philosophie de M. de Hartmann,** par M. D. NOLEN. 1 vol. in-18 . . . . (*Sous presse.*)

HÆCKEL. **Hæckel et la théorie de l'évolution en Allemagne,** par Léon DUMONT. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

— **Les preuves du transformisme,** trad. par M. SOURY. 1 vol. in-18 . . . . 2 fr. 50

— **La psychologie cellulaire,** traduit par M. J. SOURY. 1 vol. in-12. 2 fr. 50

O. SCHMIDT. **Hartmann et les sciences naturelles.** 1 volume in-18 . . . . 2 fr. 50

LANGE. **La philosophie de Lange,** par M. D. NOLEN. 1 vol. in-18. (*Sous presse.*)

LOTZE (H.). **Principes généraux de psychologie physiologique,** trad. par M. PENJON. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

STRAUSS. **L'ancienne et la nouvelle foi de Strauss,** par VÉRA. 1 vol. in-8 . . . . 6 fr.

MOLESCHOTT. **La Circulation de la vie,** Lettres sur la physiologie, en réponse aux Lettres sur la chimie de Liebig, traduction de l'allemand par M. CAZELLES. 2 volumes in-18. Pap. vélin . . . . 10 fr.

SCHOPENHAUER. **Essai sur le libre arbitre,** traduit de l'allemand. 1 vol. in-18 . . . . 2 fr. 50

— **Philosophie de Schopenhauer,** par Th. RIBOT. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

RIBOT (Th.). **La psychologie allemande contemporaine.** (HERBART, BENEKE, LOTZE, FECHNER, WUNDT, etc.). 1 vol. in-8. 7 fr. 50

PHILOSOPHIE ANGLAISE CONTEMPORAINE

STUART MILL. **La philosophie de Hamilton.** 1 fort vol. in-8, trad. de l'anglais par E. CAZELLES.. 10 fr.

— **Mes Mémoires.** Histoire de ma vie et de mes idées, traduits de l'anglais par E. CAZELLES. 1 volume in-8.............. 5 fr.

— **Système de logique** déductive et inductive. Exposé des principes de la preuve et des méthodes de recherche scientifique, traduit de l'anglais par M. Louis PEISSE. 2 vol. in-8............ 20 fr.

— **Essais sur la Religion**, traduits de l'anglais, par E. CAZELLES. 1 vol. in-8.............. 5 fr.

— **Le positivisme anglais**, étude sur Stuart Mill, par H. TAINE. 1 volume in-18............ 2 fr. 50

HERBERT SPENCER. **Les premiers Principes.** 1 fort vol. in-8, trad. de l'anglais par M. CAZELLES... 10 fr.

— **Principes de psychologie**, traduits de l'anglais par MM. Th. RIBOT et ESPINAS. 2 vol. in-8.... 20 fr.

— **Principes de biologie**, traduits par M. CAZELLES. 2 forts volumes in-8, t. I. 10 fr.

— **Introduction à la Science sociale.** 1 v. in-8 cart. 3e éd. 6 fr.

— **Principes de sociologie.** 2 vol. in-8................. 20 fr.

— **Classification des Sciences.** 1 vol. in-18 .... 2 fr. 50

— **De l'éducation.** 1 volume in-8 .... 5 fr.

— **Essais sur le progrès**, traduit par M. BURDEAU. 1 vol. in-8. 7 fr. 50

— **Essais de politique**, traduit par M. BURDEAU. 1 vol.... 7 fr. 50

— **Essais sur les sciences**, traduit par M. BURDEAU. 1 vol. 7 fr. 50

— **Introduction à la morale.** In-8.................. 6 fr.

BAIN. **Des Sens et de l'Intelligence.** 1 vol. in-8, traduit de l'anglais par M. CAZELLES 10 fr.

— **La logique inductive et déductive**, traduite de l'anglais par M. COMPAYRÉ. 2 vol. in-8.. 20 fr.

— **L'esprit et le corps.** 1 vol. in-8, cartonné, 2e édition.. 6 fr.

BAIN. **La science de l'éducation.** In-8.................. 6 fr.

DARWIN. **Ch. Darwin et ses précurseurs français**, par M. de QUATREFAGES. 1 vol. in-8.. 5 fr.

— **Descendance et Darwinisme**, par Oscar SCHMIDT. 1 volume in-8, cart.............. 6 fr.

— **Le Darwinisme**, ce qu'il y a de vrai et de faux dans cette doctrine, par E. DE HARTMANN, trad. par G. GUÉROULT, 1 vol. in-18. 2 fr. 50

— **Le Darwinisme**, par ÉM. FERRIÈRE. 1 vol. in-18..... 4 fr. 50

— **Les récifs de corail**, leur structure et leur distribution. 1 volume in-8. .... 8 fr.

CARLYLE. **L'idéalisme anglais**, étude sur Carlyle, par H. TAINE. 1 vol. in-18........... 2 fr. 50

BAGEHOT. **Lois scientifiques du développement des nations** dans leurs rapports avec les principes de la sélection naturelle et de l'hérédité. 1 vol. in-8, 2e édit. 6 fr.

RUSKIN (JOHN). **L'esthétique anglaise**, étude sur J. Ruskin, par MILSAND. 1 vol. in-18 ... 2 fr. 50

LOCKE (J.) **Sa vie et son œuvre**, d'après des documents nouveaux, par M. MARION. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

MATTHEW ARNOLD. **La crise religieuse**, traduit de l'anglais. 1 vol. in-8. 1876........... 7 fr. 50

FLINT. **La philosophie de l'histoire en France et en Allemagne**, traduit de l'anglais par M. L. CARRAU. 2 vol. in-8. 15 fr.

RIBOT (TH.). **La psychologie anglaise contemporaine** (James Mill, Stuart Mill, Herbert Spencer, A. Bain, G. Lewes, S. Bailey, J.-D. Morell, J. Murphy), 1875. 1 vol. in-8, 2e édition....... 7 fr. 50

LIARD. **Les logiciens anglais contemporains** (Herschell, Whewell, Stuart Mill, G. Bentham, Hamilton, de Morgan, Beele, Stanley Jevons) 1 vol. in-18.......... 2 fr. 50

GUYAU. **Les moralistes anglais contemporains.** Morale de l'utilité et de l'évolution. 1 volume in-8................ 7 fr. 50

BIBLIOTHÈQUE
DE
PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

Volumes in-18 à 2 fr. 50 c.

Cartonnés : 3 fr. ; reliés : 4 fr.

H. Taine.

Le Positivisme anglais, étude sur Stuart Mill.
L'Idéalisme anglais, étude sur Carlyle.
Philosophie de l'art, 3e édit.
Philosophie de l'art en Italie, 2e édition.
De l'Idéal dans l'art, 2e édit.
Philosophie de l'art dans les Pays-Bas.
Philosophie de l'art en Grèce.

Paul Janet.

Le Matérialisme contemporain. 2e édit.
La Crise philosophique. Taine, Renan, Vacherot, Littré.
Le Cerveau et la Pensée.
Philosophie de la révolution française.
Saint-Simon et le Saint-Simonisme.
Dieu, l'Homme et la Béatitude (*Œuvre inédite de Spinoza*).

Odysse-Barot.

Philosophie de l'histoire.

Alaux.

Philosophie de M. Cousin.

Ad. Franck.

Philosophie du droit pénal.
Philosophie du droit ecclésiastique.
La Philosophie mystique en France au xviiie siècle.

Charles de Rémusat.

Philosophie religieuse.

Charles Lévêque.

Le Spiritualisme dans l'art
La Science de l'invisible. Étude de psychologie et de théodicée.

Émile Saisset.

L'Ame et la Vie, suivi d'une étude sur l'Esthétique française.
Critique et histoire de la philosophie (frag. et disc.).

Auguste Laugel.

Les Problèmes de la nature.
Les Problèmes de la vie.
Les Problèmes de l'ame.
La Voix, l'Oreille et la Musique.
L'Optique et les Arts.

Challemel-Lacour.

La Philosophie individualiste.

L. Büchner.

Science et Nature, trad. de l'allem. par Aug. Delondre. 2 vol.

Albert Lemoine.

Le Vitalisme et l'Animisme de Stahl.
De la Physionomie et de la Parole.
L'habitude et l'instinct.

Milsand.

L'Esthétique anglaise, étude sur John Ruskin.

A. Véra.

Essais de philosophie hegélienne.

Beaussire.

Antécédents de l'hegélianisme dans la philos. française.

Bost.

Le Protestantisme libéral.

Francisque Bouillier.

De la Conscience.

Ed. Auber.

Philosophie de la médecine.

Leblais.

Matérialisme et Spiritualisme, précédé d'une Préface par M. E. Littré.

Ad. Garnier.

De la Morale dans l'antiquité, précédé d'une Introduction par M. Prévost-Paradol.

Schœbel.

Philosophie de la raison pure.

Tissandier.

Des sciences occultes et du Spiritisme.

Ath. Coquerel fils.

Origines et Transformations du Christianisme.

La Conscience et la Foi.

Histoire du Credo.

Jules Levallois.

Déisme et Christianisme.

Camille Selden.

La Musique en Allemagne. Étude sur Mendelssohn.

Fontanès.

Le Christianisme moderne. Étude sur Lessing.

Stuart Mill.

Auguste Comte et la philosophie positive. 2e édition.

Mariano.

La Philosophie contemporaine en Italie.

Saigey.

La physique moderne, 2e tirage.

E. Faivre.

De la variabilité des espèces.

Ernest Bersot.

Libre philosophie.

A. Réville.

Histoire du dogme de la divinité de Jésus-Christ. 2e édition.

W. de Fonvielle.

L'Astronomie moderne.

C. Coignet.

La Morale indépendante.

E. Boutmy.

Philosophie de l'architecture en Grèce.

Et. Vacherot.

La Science et la Conscience.

Ém. de Laveleye.

Des formes de gouvernement.

Herbert Spencer.

Classification des Sciences.

Gauckler.

Le Beau et son histoire.

Max Müller.

La Science de la Religion.

Léon Dumont.

Haeckel et la théorie de l'évolution en Allemagne.

Bertauld.

L'ordre social et l'ordre moral.

De la philosophie sociale.

Th. Ribot.

Philosophie de Schopenhauer.

Al. Herzen.

Physiologie de la volonté.

Bentham et Grote.

La Religion naturelle.

Hartmann.

La Religion de l'avenir. 2e édit.

Le Darwinisme.

H. Lotze.

Psychologie physiologique.

Schopenhauer.

Le libre arbitre.

Liard.

Les logiciens anglais.

Marion.

J. Locke.

O. Schmidt.

Les sciences naturelles et la philosophie de l'inconscient.

Haeckel.

Les preuves du transformisme.

La psychologie cellulaire.

Pi Y. Margall.

Les nationalités.

Barthélemy Saint-Hilaire.

De la métaphysique.

A. Espinas.

La philosophie expérimentale en Italie. *(Sous presse.)*

D. Nolen.

La Philosophie de Lange. *(Sous presse.)*

La philosophie de M. de Hartmann. *(Sous presse.)*

P. Siciliani.

Psychogénie moderne. *(Sous presse.)*

Les volumes suivants de la collection in-18 sont épuisés; il en reste quelques exemplaires sur papier vélin, cartonnés, tranche supérieure dorée :

LETOURNEAU. **Physiologie des passions**. 1 vol. 5 fr.
MOLESCHOTT. **La circulation de la vie**. 2 vol. 10 fr.
BEAUQUIER. **Philosophie de la Musique**. 1 vol. 5 fr.

BIBLIOTHÈQUE DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

FORMAT IN-8

Volumes à 5 fr., 7 fr. 50 et 10 fr. Cart., 1 fr. en plus par vol.; reliure, 2 fr.

JULES BARNI.

La morale dans la démocratie. 1 vol. 5 fr.

AGASSIZ.

De l'espèce et des classifications. traduit de l'anglais par M. Vogeli. 1 vol. 5 fr.

STUART MILL.

La philosophie de Hamilton, traduit de l'anglais par M. Cazelles. 1 fort vol. 10 fr.

Mes mémoires. Histoire de ma vie et de mes idées, traduit de l'anglais par M. E. Cazelles. 1 vol. 5 fr.

Système de logique déductive et inductive. Exposé des principes de la preuve et des méthodes de recherche scientifique, traduit de l'anglais par M. Louis Peisse. 2 vol. 20 fr.

Essais sur la Religion, traduits de l'anglais par M. E. Cazelles. 1 vol. 5 fr.

DE QUATREFAGES.

Ch. Darwin et ses précurseurs français. 1 vol. 5 fr.

HERBERT SPENCER.

Les premiers principes. 1 fort vol. traduit de l'anglais par M. Cazelles. 10 fr.

Principes de psychologie, traduits de l'anglais par MM. Th. Ribot et Espinas. 2 vol. 20 fr.

Principes de biologie, traduits par M. Cazelles. 2 vol. in-8. 1877-1878. 20 fr.

Principes de sociologie. Tome Ier. 1 vol. in-8. 1878. 10 fr.

Essais sur le progrès, traduits de l'anglais par M. Burdeau. 1 vol. in-8. 1877. 7 fr. 50

Essais de politique. 1 vol. in-8, traduit par M. Burdeau. 7 fr. 50

Essais sur les sciences. 1 vol. in-8, traduit par M. Burdeau 7 fr. 50

De l'éducation physique, intellectuelle et morale. 1 volume in-8. 5 fr.

AUGUSTE LAUGEL.

Les problèmes (Problèmes de la nature, problèmes de la vie, problèmes de l'âme). 1 fort vol. 7 fr. 50

ÉMILE SAIGEY.

Les sciences au XVIIIe siècle, la physique de Voltaire. 1 vol. 5 fr.

PAUL JANET.

Histoire de la science politique dans ses rapports avec la morale. 2e édition, 2 vol. 20 fr.

Les causes finales. 1 vol. in-8. 1876. 10 fr.

TH. RIBOT.

De l'hérédité. 1 vol. 10 fr.

La psychologie anglaise contemporaine (école expérimentale). 1 vol., 2e édition, 1875. 7 fr. 50

La psychologie allemande contemporaine (école expérimentale). 1 vol. in-8, 1879. 7 fr. 50

HENRI RITTER.

Histoire de la philosophie moderne. traduction française, précédée d'une introduction par M. P. Challemel-Lacour. 3 vol. 20 fr.

ALF. FOUILLÉE.

La liberté et le déterminisme. 1 vol. 7 fr. 50

DE LAVELEYE.

De la propriété et de ses formes primitives. 1 vol., 2e édit., 1877. 7 fr. 50

BAIN.

La logique inductive et déductive, traduit de l'anglais par M. Compayré. 2 vol. 20 fr.

Des sens et de l'intelligence. 1 vol. traduit de l'anglais par M. Cazelles. 10 fr.

Les émotions et la volonté. 1 fort vol. (*Sous presse.*)

MATTHEW ARNOLD.

La crise religieuse. 1 vol. in-8. 1876. 7 fr. 50

BARDOUX.

Les légistes et leur influence sur la société française. 1 vol. in-8. 1877. 5 fr.

HARTMANN (E. DE).

La philosophie de l'inconscient, traduit de l'allemand par M. D. Nolen, avec une préface de l'auteur écrite pour l'édition française. 2 vol. in-8. 1877. 20 fr.

La philosophie allemande du XIXe siècle, dans ses principaux représentants, traduit de l'allemand par M. D. Nolen. 1 vol. in-8. (*Sous presse.*)

ESPINAS (ALF.).

Des sociétés animales. 1 vol. in-8, 2e éd., précédée d'une Introduction sur l'*Histoire de la sociologie*, 1878. 7 fr. 50

FLINT.

La philosophie de l'histoire en France, traduit de l'anglais par M. Ludovic Carrau. 1 vol. in-8. 1878. 7 fr. 50

La philosophie de l'histoire en Allemagne, traduit de l'anglais par M. Ludovic Carrau. 1 vol. in-8. 1878. 7 fr. 50

LIARD.

La science positive et la métaphysique. 1 v. in-8. 7 fr. 50

GUYAU.

Les moralistes anglais contemporains. 1 vol. in-8. 7 fr. 50

BIBLIOTHÈQUE

D'HISTOIRE CONTEMPORAINE

Vol. in-18 à 3 fr. 50.
Vol. in-8 à 5 et 7 fr. Cart. 1 fr. en plus par vol.; reliure 2 fr.

EUROPE

HISTOIRE DE L'EUROPE PENDANT LA RÉVOLUTION FRANÇAISE, par *H. de Sybel*. Traduit de l'allemand par Mlle Dosquet. 3 vol. in-8. . . 21 »
Chaque volume séparément . . . . 7 »

FRANCE

HISTOIRE DE LA RÉVOLUTION FRANÇAISE, par *Carlyle*. Traduit de l'anglais. 3 vol. in-18; chaque volume. 3 50
NAPOLÉON Ier ET SON HISTORIEN M. THIERS, par *Barni*. 1 vol. in-18. 3 50
HISTOIRE DE LA RESTAURATION, par *de Rochau*. 1 vol. in-18, traduit de l'allemand. 3 50
HISTOIRE DE DIX ANS, par *Louis Blanc*. 5 vol. in-8. . . . . 25 »
Chaque volume séparément . . . . 5 »
— 25 planches en taille-douce. Illustrations pour l'*Histoire de dix ans*. 6 fr.
HISTOIRE DE HUIT ANS (1840-1848), par *Elias Regnault*. 3 vol. in-8.. 15 »
Chaque volume séparément . . . . 5 »
— 14 planches en taille-douce. Illustrations pour l'*Histoire de huit ans*. 4 fr.
HISTOIRE DU SECOND EMPIRE (1848-1870), par *Taxile Delord*. 6 volumes in-8. . . . . 42 »
Chaque volume séparément . . . . 7 »
LA GUERRE DE 1870-1871, par *Boert*, d'après le colonel fédéral suisse Rustow. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
LA FRANCE POLITIQUE ET SOCIALE, par *Aug. Laugel*. 1 volume in-8. 5 »
HISTOIRE DES COLONIES FRANÇAISES, par *P. Gaffarel*. 1 vol. in-18. . . 3 50
(*Sous presse.*)

ANGLETERRE

HISTOIRE GOUVERNEMENTALE DE L'ANGLETERRE, DEPUIS 1770 JUSQU'A 1830, par sir *G. Cornewal Lewis*. 1 vol. in-8, traduit de l'anglais . . . . . 7 fr.
HISTOIRE DE L'ANGLETERRE depuis la reine Anne jusqu'à nos jours, par *H. Reynald*. 1 vol. in-18. 3 50
LES QUATRE GEORGES, par *Tackeray*, trad. de l'anglais par Lefoyer. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
LA CONSTITUTION ANGLAISE, par *W. Bagehot*, traduit de l'anglais. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
LOMBART-STREET, le marché financier en Angleterre, par *W. Bagehot*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
LORD PALMERSTON ET LORD RUSSEL, par *Aug. Laugel*. 1 volume in-18 (1876) 3 50

ALLEMAGNE

LA PRUSSE CONTEMPORAINE ET SES INSTITUTIONS, par *K. Hillebrand*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
HISTOIRE DE LA PRUSSE, depuis la mort de Frédéric II jusqu'à la bataille de Sadowa, par *Eug. Véron*. 1 vol. in-18 . . . . 3 50
HISTOIRE DE L'ALLEMAGNE, depuis la bataille de Sadowa jusqu'à nos jours, par *Eug. Véron*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
L'ALLEMAGNE CONTEMPORAINE, par *Ed. Bourloton*. 1 vol. in-18. . . . 3 50

AUTRICHE-HONGRIE

Histoire de l'Autriche, depuis la mort de Marie-Thérèse jusqu'à nos jours, par *L. Asseline*. 1 volume in-18. . . . . 3 50

Histoire des Hongrois et de leur littérature politique de 1790 à 1815, par *Ed. Sayous*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50

ESPAGNE

L'Espagne contemporaine, journal d'un voyageur, par *Louis Teste*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50

Histoire de l'Espagne, depuis la mort de Charles III jusqu'à nos jours, par *H. Reynald*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50

RUSSIE

La Russie contemporaine, par *Herbert Barry*, traduit de l'anglais. 1 vol. in-18. . . . . 3 50

Histoire contemporaine de la Russie, par *M. F. Brunetière*. 1 volume in-18 . . . . (*Sous presse.*) 3 50

SUISSE

La Suisse contemporaine, par *H. Dixon*. 1 vol. in-18, traduit de l'anglais. 3 50

Histoire du peuple suisse, par *Daendliker*, traduit de l'allemand par madame *Jules Favre*, et précédé d'une Introduction de M. *Jules Favre*. 1 vol. in-8 . . . . 5 fr.

ITALIE

Histoire de l'Italie, depuis 1815 jusqu'à nos jours, par *Elie Sorin*. 1 vol. in-8 . . . . (*Sous presse.*) 3 50

AMÉRIQUE

Histoire de l'Amérique du Sud, depuis sa conquête jusqu'à nos jours, par *Alf. Deberle*. 1 vol. in-18 . . . . 3 50

Histoire de l'Amérique du Nord (États-Unis, Canada, Mexique), par *Ad. Cohn*. 1 vol. in-18. . . . . (*Sous presse.*)

Les États-Unis pendant la guerre, 1861-1864. Souvenirs personnels, par *Aug. Laugel*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50

Eug. Despois. Le Vandalisme révolutionnaire. Fondations littéraires, scientifiques et artistiques de la Convention. 1 vol. in-18. . . . . . 3 50

Victor Meunier. Science et Démocratie. 2 vol. in-18, chacun séparément 3 50

Jules Barni. Histoire des idées morales et politiques en France au xviii[e] siècle. 2 vol. in-18, chaque volume. 3 50

— Napoléon I[er] et son historien M. Thiers. 1 vol. in-18. . . . 3 50

— Les Moralistes français au xviii[e] siècle. 1 vol. in 18. . . . 3 50

Émile Montégut. Les Pays-Bas. Impressions de voyage et d'art. 1 vol. in-18. . . . . 3 50

Émile Beaussire. La guerre étrangère et la guerre civile. 1 vol. in-18. . . . . 3 50

J. Clamageran. La France républicaine. 1 volume in-18. . . 3 50

E. Duvergier de Hauranne. La République conservatrice. 1 vol. in-18. . . . . 3 50

ÉDITIONS ÉTRANGÈRES

Éditions anglaises.

Auguste Laugel. The United States during the war. In-8. 7 shill. 6 p.

Albert Réville. History of the doctrine of the deity of Jesus-Christ. 3 sh. 6 p.

H. Taine. Italy (Naples et Rome). 7 sh. 6 p.

H. Taine. The Philosophy of art. 3 sh.

Paul Janet. The Materialism of present day. 1 vol. in-18, rel. 3 shill.

Éditions allemandes.

Jules Barni. Napoleon I. In-18. 3 m.

Paul Janet. Der Materialismus unserer Zeit. 1 vol. in-18. 3 m.

H. Taine. Philosophie der Kunst. 1 vol. in-18. 3 m.

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE

INTERNATIONALE

La *Bibliothèque scientifique internationale* n'est pas une entreprise de librairie ordinaire. C'est une œuvre dirigée par les auteurs mêmes, en vue des intérêts de la science, pour la populariser sous toutes ses formes, et faire connaître immédiatement dans le monde entier les idées originales, les directions nouvelles, les découvertes importantes qui se font chaque jour dans tous les pays. Chaque savant expose les idées qu'il a introduites dans la science et condense pour ainsi dire ses doctrines les plus originales.

On peut ainsi, sans quitter la France, assister et participer au mouvement des esprits en Angleterre, en Allemagne, en Amérique, en Italie, tout aussi bien que les savants mêmes de chacun de ces pays.

La *Bibliothèque scientifique internationale* ne comprend pas seulement des ouvrages consacrés aux sciences physiques et naturelles, elle aborde aussi les sciences morales, comme la philosophie, l'histoire, la politique et l'économie sociale, la haute législation, etc.; mais les livres traitant des sujets de ce genre se rattacheront encore aux sciences naturelles, en leur empruntant les méthodes d'observation et d'expérience qui les ont rendues si fécondes depuis deux siècles.

Cette collection paraît à la fois en français, en anglais, en allemand, en russe et en italien : à Paris, chez Germer Baillière et Cie ; à Londres, chez C. Kegan, Paul et Cie; à New-York, chez Appleton; à Leipzig, chez Brockhaus; à Saint-Pétersbourg, chez Koropchevski et Goldsmith, et à Milan, chez Dumolard frères.

EN VENTE :

VOLUMES IN-8, CARTONNÉS A L'ANGLAISE, A 6 FRANCS

Les mêmes, en demi-reliure, veau. — 10 francs.

1. J. TYNDALL. **Les glaciers et les transformations de l'eau**, avec figures. 1 vol. in-8. 2e édition. 6 fr.
2. MAREY. **La machine animale**, locomotion terrestre et aérienne, avec de nombreuses fig. 1 vol. in-8. 2e édition. 6 fr.
3. BAGEHOT. **Lois scientifiques du développement des nations** dans leurs rapports avec les principes de la sélection naturelle et de l'hérédité. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.
4. BAIN. **L'esprit et le corps**. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.
5. PETTIGREW. **La locomotion chez les animaux**, marche, natation. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
6. HERBERT SPENCER. **La science sociale**. 1 v. in-8. 4e éd. 6 fr.

7. VAN BENEDEN. **Les commensaux et les parasites dans le règne animal.** 1 vol. in-8, avec figures. 2e édit. 6 fr.
8. O. SCHMIDT. **La descendance de l'homme et le darwinisme.** 1 vol. in-8, avec fig. 3e édition, 1878. 6 fr.
9. MAUDSLEY. **Le crime et la folie.** 1 vol. in-8. 3e édit. 6 fr.
10. BALFOUR STEWART. **La conservation de l'énergie**, suivie d'une étude sur la nature de la force, par *M. P. de Saint-Robert*, avec figures. 1 vol. in-8. 2e édition. 6 fr.
11. DRAPER. **Les conflits de la science et de la religion.** 1 vol. in-8. 5e édition, 1878. 6 fr.
12. SCHUTZENBERGER. **Les fermentations.** 1 vol. in-8, avec fig. 3e édition, 1878. 6 fr.
13. L. DUMONT. **Théorie scientifique de la sensibilité.** 1 vol. in-8. 2e édition. 6 fr.
14. WHITNEY. **La vie du langage.** 1 vol. in-8. 2e édit. 6 fr.
15. COOKE ET BERKELEY. **Les champignons.** 1 vol. in-8, avec figures. 3e édition. 6 fr.
16. BERNSTEIN. **Les sens.** 1 vol. in-8, avec 91 fig. 2e édit. 6 fr.
17. BERTHELOT. **La synthèse chimique.** 1 vol. in-8. 3e édition. 1879. 6 fr.
18. VOGEL. **La photographie et la chimie de la lumière**, avec 95 figures. 1 vol. in-8. 2e édition. 6 fr.
19. LUYS. **Le cerveau et ses fonctions**, avec figures. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.
20. STANLEY JEVONS. **La monnaie et le mécanisme de l'échange.** 1 vol. in-8. 2e édition. 6 fr.
21. FUCHS. **Les volcans.** 1 vol. in-8, avec figures dans le texte et une carte en couleur. 2e édition. 6 fr.
22. GÉNÉRAL BRIALMONT. **Les camps retranchés et leur rôle dans la défense des États**, avec fig. dans le texte et 2 planches hors texte. 6 fr.
23. DE QUATREFAGES. **L'espèce humaine.** 1 vol. in-8. 4e édition. 1878. 6 fr.
24. BLASERNA ET HELMOLTZ. **Le son et la musique**, et *les Causes physiologiques de l'harmonie musicale.* 1 vol. in-8. avec figures, 2e édit. 1879 6 fr.
25. ROSENTHAL. **Les nerfs et les muscles.** 1 vol. in-8, avec 75 figures. 2e édition, 1878. 6 fr.
26. BRUCKE ET HELMHOLTZ. **Principes scientifiques des beaux-arts**, suivis de **l'Optique et la peinture**, avec 39 figures dans le texte. 1878. 6 fr.
27. WURTZ. **La théorie atomique.** 1 vol. in-8. 2e éd., 1879. 6 fr.
28-29. SECCHI (le Père). **Les étoiles.** 2 vol. in-8, avec 63 figures dans le texte et 17 pl. en noir et en couleurs tirées hors texte, 1879. 12 fr.

OUVRAGES SUR LE POINT DE PARAITRE :

JOLY. **L'homme primitif** (avec figures).
A. BAIN. **La science de l'éducation.**
HERBERT SPENCER. **Introduction à la morale.**
THURSTON. **Histoire des machines à vapeur** (avec figures).
E. CHANTRE. **L'âge de bronze** (avec figures).

RÉCENTES PUBLICATIONS

HISTORIQUES ET PHILOSOPHIQUES

Qui ne se trouvent pas dans les Bibliothèques.

ALAUX. **La religion progressive**. 1869. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

ARRÉAT. **Une éducation intellectuelle**. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

AUDIFFRET-PASQUIER. **Discours devant les commissions de la réorganisation de l'armée et des marchés**. In-4. 2 fr. 50

BARNI. Voy. KANT, pages 3, 10, 11 et 22.

BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE. Voyez PHILOSOPHIE ANCIENNE, pages 2 et 7.

BAUTAIN. **La philosophie morale**. 2 vol. in-8. 12 fr.

BÉNARD (Ch.). **De la Philosophie dans l'éducation classique**, 1862. 1 fort vol. in-8. 6 fr.

BÉNARD (Ch.). Voyez SCHELLING, page 3 et HEGEL, pages 3 et 4.

BERTAULD (P.-A). **Introduction à la recherche des causes premières. — De la méthode**. Tome Ier. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

BLAIZE (A.). **Des monts-de-piété** et des banques de prêts sur gages en France et dans les divers États. 2 vol. in-8. 15 fr.

BLANCHARD. **Les métamorphoses, les mœurs et les instincts des insectes**, par M. Émile BLANCHARD, de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1 magnifique volume in-8 jésus, avec 160 figures intercalées dans le texte et 40 grandes planches hors texte. 2e édition, 1877. Prix, broché. 25 fr.
Relié en demi-maroquin. 30 fr.

BLANQUI. **L'éternité par les astres**, hypothèse astronomique. 1872, in-8. 2 fr.

BORÉLY (J.). **Nouveau système électoral, représentation proportionnelle de la majorité et des minorités**. 1870. 1 vol. in-18 de XVIII-194 pages. 2 fr. 50

BOUCHARDAT. **Le travail**, son influence sur la santé (conférences faites aux ouvriers). 1863. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

BOURBON DEL MONTE (François). **L'homme et les animaux**, essai de psychologie positive. 1 vol. in-8, avec 3 pl. hors texte. 5 fr.

BOURDET (Eug.). **Principe d'éducation positive**, nouvelle édition, entièrement refondue, précédée d'une préface de M. CH. ROBIN. 1 vol. in-18 (1877). 3 fr. 50

BOURDET (Eug.). **Vocabulaire des principaux termes de la philosophie positive**, avec notices biographiques appartenant au calendrier positiviste. 1 vol. in-18 (1875). 3 fr. 50

BOUTROUX. **De la contingence des lois de la nature**. In-8, 1874. 4 fr.

CADET. **Hygiène, inhumation, crémation** ou incinération des corps. 1 vol. in-18, avec figures dans le texte. 2 fr.

CARETTE (le colonel). **Études sur les temps antéhistoriques**. Première étude : *Le Langage*. 1 vol. in-8, 1878. 8 fr.

CHASLES (PHILARÈTE). **Questions du temps et problèmes d'autrefois**. Pensées sur l'histoire, la vie sociale, la littérature. 1 vol. in-18, édition de luxe. 3 fr.

CLAVEL. **La morale positive**. 1873, 1 vol. in-18. 3 fr.

CLAVEL. **Les principes au XIXe siècle.** 1 v. in-18, 1877. 1 fr.

CONTA. **Théorie du fatalisme.** 1 vol. in-18, 1877. 4 fr.

COQUEREL (Charles). **Lettres d'un marin à sa famille.** 1870, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

COQUEREL fils (Athanase). **Libres études** (religion, critique, histoire, beaux-arts). 1867, 1 vol. in-8. 5 fr.

COQUEREL fils (Athanase). **Pourquoi la France n'est-elle pas protestante?** Discours prononcé à Neuilly le 1er novembre 1866. 2e édition, in-8. 1 fr.

COQUEREL fils (Athanase). **La charité sans peur,** sermon en faveur des victimes des inondations, prêché à Paris le 18 novembre 1866. In-8. 75 c.

COQUEREL fils (Athanase). **Évangile et liberté,** discours d'ouverture des prédications protestantes libérales, prononcé le 8 avril 1868. In-8. 50 c.

COQUEREL fils (Athanase). **De l'éducation des filles,** réponse à Mgr l'évêque d'Orléans, discours prononcé le 3 mai 1868. In-8. 1 fr.

CORBON. **Le secret du peuple de Paris.** 1 vol. in-8. 5 fr.

CORMENIN (DE)- TIMON. **Pamphlets anciens et nouveaux.** Gouvernement de Louis-Philippe, République, Second Empire. 1 beau vol. in-8 cavalier. 7 fr. 50

Conférences de la Porte-Saint-Martin pendant le siége de Paris. Discours de MM. *Desmarets* et *de Pressensé.* — Discours de M. *Coquerel,* sur les moyens de faire durer la République. — Discours de M. *Le Berquier,* sur la Commune. — Discours de M. *E. Bersier,* sur la Commune. — Discours de M. *H. Cernuschi,* sur la Légion d'honneur. In-8. 1 fr. 25

Sir G. CORNEWALL LEWIS. **Quelle est la meilleure forme de gouvernement?** Ouvrage traduit de l'anglais, précédé d'une Étude sur la vie et les travaux de l'auteur, par M. Mervoyer, docteur ès lettres. 1867, 1 vol. in-8. 3 fr. 50

CORTAMBERT (Louis). **La religion du progrès.** 1874, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

DAURIAC (Lionel). **Des notions de force et de matière dans les sciences de la nature.** 1 vol. in-8, 1878, 5 fr.

DAVY. **Les conventionnels de l'Eure.** Buzot, Duroy, Lindet, à travers l'histoire. 2 forts vol. in-8 (1876). 18 fr.

DELAVILLE. **Cours pratique d'arboriculture fruitière** pour la région du nord de la France, avec 269 fig. In-8. 6 fr.

DELBŒUF. **La psychologie comme science naturelle.** 1 vol. in-8, 1876. 2 fr. 50

DELEUZE. **Instruction pratique sur le magnétisme animal,** précédée d'une Notice sur la vie de l'auteur. 1853. 1 vol. in-12. 3 fr. 50

DESJARDINS. **Les jésuites et l'université devant le parlement de Paris** au XVIe siècle, 1 br. in 8 (1877). 1 fr. 25

DESTREM (J.). **Les déportations du Consulat.** 1 br. in-8. 1 fr. 50

DOLLFUS (Ch.). **De la nature humaine.** 1868, 1 v. in-8. 5 fr.

DOLLFUS (Ch.). **Lettres philosophiques.** 3e édition. 1869, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

DOLLFUS (Ch.). **Considérations sur l'histoire.** Le monde antique. 1872, 1 vol. in-8. 7 fr. 50

DOLLFUS (Ch.). **L'âme dans les phénomènes de conscience.** 1 vol. in-18 (1876). 3 fr

DUBOST (Antonin). **Des conditions de gouvernement en France.** 1 vol. in-8 (1875). 7 fr. 50

DUFAY. **Études sur la Destinée**, 1 vol. in-18, 1876. 3 fr.

DUMONT (Léon). **Le sentiment du gracieux.** 1 vol. in-8. 3 fr.

DUMONT (Léon). **Des causes du rire.** 1 vol. in-8. 2 fr.

DUMONT (Léon). Voyez pages 4, 7 et 12.

DU POTET. **Manuel de l'étudiant magnétiseur.** Nouvelle édition. 1868, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

DU POTET. **Traité complet de magnétisme**, cours en douze leçons. 1879, 4e édition, 1 vol. in-8 de 634 pages. 8 fr.

DUPUY (Paul). **Études politiques**, 1874. 1 v. in-8. 3 fr. 50

DUVAL-JOUVE. **Traité de Logique**, 1855. 1 vol. in-8. 6 fr.

Éléments de science sociale. Religion physique, sexuelle et naturelle. 1 vol. in-18. 3e édit., 1877. 3 fr. 50

ÉLIPHAS LÉVI. **Dogme et rituel de la haute magie.** 1861, 2e édit., 2 vol. in-8, avec 24 fig. 18 fr.

ÉLIPHAS LÉVI. **Histoire de la magie**, 1860, 1 vol. in-8, avec 90 fig. 12 fr.

ÉLIPHAS LÉVI. **La science des esprits**, révélation du dogme secret des Kabbalistes, esprit occulte de l'Évangile, appréciation des doctrines et des phénomènes spirites. 1865, 1 v. in-8. 7 fr.

ÉLIPHAS LÉVI. **Clef des grands mystères**, suivant Hénoch, Abraham, Hermès Trismégiste et Salomon. 1861, 1 vol. in-8, avec 20 planches. 12 fr.

EVANS (John). **Les âges de la pierre**, 1 beau volume grand in-8, avec 467 fig. dans le texte, trad. par M. Ed. BARBIER. 1878. 15 fr. — En demi-reliure. 18 fr.

FABRE (Joseph). **Histoire de la philosophie.** Première partie : Antiquité et moyen âge. 1 v. in-12, 1877. 3 fr. 50

Deuxième partie : Renaissance et temps modernes. (*Sous presse.*)

FAU. **Anatomie des formes du corps humain**, à l'usage des peintres et des sculpteurs. 1866, 1 vol. in-8 et atlas de 25 planches. 2e édition. Prix, fig. noires. 20 fr.; fig. coloriées. 35 fr.

FAUCONNIER. **La question sociale**, in-18, 1878. 3 fr. 50

FAUCONNIER. **Protection et libre échange**, brochure in-8 (1879). 2 fr.

FOX (W.-J.). **Des idées religieuses.** In-12. 1876. 3 fr.

FERBUS (N.). **La science positive du bonheur.** 1 v. in-18. 3 fr.

FERRIER (David). **Les fonctions du cerveau.** 1 vol. in-8, traduit de l'anglais. 1878, avec fig. 10 fr.

FERRON (de). **Théorie du progrès**, 2 vol. in-18. 7 fr.

FERRIÈRE (EM.). **Le darwinisme.** 1872, 1 v. in-18. 4 fr. 50

FONCIN. **Essai sur le ministère de Turgot.** 1 vol. grand in-8 (1876). 8 fr.

FOUCHER DE CAREIL. Voyez LEIBNIZ, p. 2.

FOUILLÉE. Voyez p. 2 et 9.

FOX (W.-J.). **Des idées religieuses.** In-8, 1876. 3 fr.

FRÉDÉRIQ. **Hygiène populaire.** 1 vol. in-12, 1875. 4 fr.

GASTINEAU. **Voltaire en exil.** 1 vol. in-18. 3 fr.

GÉRARD (Jules). **Maine de Biran, essai sur sa philosophie.** 1 fort vol. in-8. 1876. 10 fr.

GOUET (AMÉDÉE). **Histoire nationale de France**, d'après des documents nouveaux.

Tome I. Gaulois et Francks. — Tome II. Temps féodaux. — Tome III. Tiers état. — Tome IV. Guerre des princes. — Tome V. Renaissance. — Tome VI. Réforme. — Tome VII. Guerres de religion. (*Sous presse.*) Prix de chaque vol. in-8. 5 fr.

GUICHARD (Victor). **La liberté de penser**, fin du pouvoir spirituel. 1 vol. in-18, 2e édition, 1878. 3 fr. 50

GUILLAUME (de Moissey). **Nouveau traité des sensations.** 2 vol. in-8 (1876). 15 fr.

HERZEN. **Œuvres complètes.** Tome Ier. *Récits et nouvelles.* 1874, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

HERZEN. **De l'autre Rive.** 4e édition, traduit du russe par M. Herzen fils. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

HERZEN. **Lettres de France et d'Italie.** 1871, in-18. 3 fr. 50

ISSAURAT. **Moments perdus de Pierre-Jean**, observations, pensées, 1868, 1 vol. in-18. 3 fr.

ISSAURAT. **Les alarmes d'un père de famille**, suscitées, expliquées, justifiées et confirmées par lesdits faits et gestes de Mgr Dupanloup et autres. 1868, in-8. 1 fr.

JANET (Paul). Voyez pages 2, 4, 6, 9 et 11.

JOZON (Paul). **Des principes de l'écriture phonétique** et des moyens d'arriver à une orthographe rationnelle et à une écriture universelle. 1 vol. in-18. 1877. 3 fr. 50

LABORDE. **Les hommes et les actes de l'insurrection de Paris** devant la psychologie morbide. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

LACHELIER. **Le fondement de l'induction.** 1 vol. in-8. 3 fr. 50

LACOMBE. **Mes droits.** 1869, 1 vol. in-12. 2 fr. 50

LAMBERT. **Hygiène de l'Égypte.** 1873, 1 vol. in-18. 2 fr. 50

LANGLOIS. **L'homme et la Révolution.** Huit études dédiées à P.-J. Proudhon. 1867. 2 vol. in-18. 7 fr.

LAUSSEDAT. **La Suisse.** Études médicales et sociales. 2e édit., 1875. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

LAVELEYE (Em. de). **De l'avenir des peuples catholiques.** 1 brochure in-8. 21e édit. 1876. 25 c.

LAVELEYE (Em. de). Voy. pages 7 et 9.

LAVERGNE (Bernard). **L'ultramontanisme et l'État.** 1 vol. in-8 (1875). 1 fr. 50

LE BERQUIER. **Le barreau moderne.** 1871, in-18. 3 fr. 50

LEDRU (Alphonse). **Organisation, attributions et responsabilité des conseils de surveillance des sociétés en commandite par actions.** Grand in-8 (1876). 3 fr. 50

LEDRU (Alphonse). **Des publicains et des Sociétés vectigaliennes.** 1 vol. grand in-8 (1876). 3 fr.

LEDRU-ROLLIN. **Discours politiques et écrits divers**, 2 vol. in-8 cavalier (1879). 12 fr.

LEMER (Julien). **Dossier des jésuites et des libertés de l'Église gallicane.** 1 vol. in-18 (1877). 3 fr. 50

LITTRÉ. **Conservation, révolution et positivisme.** 1 vol. in-12, 2e édition (1879). 5 fr.

LITTRÉ. **Fragments de philosophie.** 1 vol. in-8. 1876. 8 fr.

LITTRÉ. **Application de la philosophie positive** au gouvernement des Sociétés. In-8. 3 fr. 50

LORAIN (P.). **Jenner et la vaccine.** Conférence historique. 1870, broch. in-8 de 48 pages. 1 fr. 50

LORAIN (P.). **L'assistance publique.** 1871, in-4 de 56 p. 1 fr.

LUBBOCK (sir John). **L'homme préhistorique**, étudié d'après les monuments et les costumes retrouvés dans les différents pays de l'Europe, suivi d'une Description comparée des mœurs des sauvages modernes, traduit de l'anglais par M. Ed. BARBIER, 526 figures intercalées dans le texte. 1876, 2e édition, considérablement augmentée, suivie d'une conférence de M. P. BROCA sur *les Troglodytes de la Vezère*. 1 beau vol. in-8, br. 15 fr.
Cart. riche, doré sur tranche. 18 fr.

LUBBOCK (sir John). **Les origines de la civilisation.** État primitif de l'homme et mœurs des sauvages modernes. 1877, 1 vol. grand in-8 avec figures et planches hors texte. Traduit de l'anglais par M. Ed. BARBIER. 2e édition. 1877. 15 fr.
Relié en demi-maroquin avec nerfs. 18 fr.

MAGY. **De la science et de la nature**, essai de philosophie première. 1 vol. in-8. 6 fr.

MARAIS (Aug.). **Garibaldi et l'armée des Vosges.** 1872, 1 vol. in-18. 1 fr. 50

MENIÈRE. **Cicéron médecin**, étude médico-littéraire. 1862, 1 vol. in-18. 4 fr. 50

MENIÈRE. **Les consultations de madame de Sévigné**, étude médico-littéraire. 1864, 1 vol. in-8. 3 fr.

MESMER. **Mémoires et aphorismes**, suivi des procédés de d'Eslon. Nouvelle édition, avec des notes, par J.-J.-A. RICARD. 1846, in-18. 2 fr. 50

MICHAUT (N.). **De l'imagination.** Études psychologiques. 1 vol. in-8 (1876). 5 fr.

MILSAND. **Les études classiques** et l'enseignement public. 1873, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

MILSAND. **Le code et la liberté.** 1865, in-8. 2 fr.

MIRON. **De la séparation du temporel et du spirituel.** 1866, in-8. 3 fr. 50

MORIN. **Du magnétisme et des sciences occultes.** 1860, 1 vol. in-8. 6 fr.

MORIN (Frédéric). **Politique et philosophie**, précédé d'une introduction de M. JULES SIMON. 1 vol. in-18. 1876. 3 fr. 50

MUNARET. **Le médecin des villes et des campagnes.** 4e édition, 1862, 1 vol. grand in-18. 4 fr. 50

NOLEN (D.). **La critique de Kant et la métaphysique de Leibniz**, histoire et théorie de leurs rapports. 1 volume in-8 (1875). 6 fr.

NOURRISSON. **Essai sur la philosophie de Bossuet.** 1 vol. in-8. 4 fr.

OGER. **Les Bonaparte** et les frontières de la France. In-18. 50 c.

OGER **La République.** 1871, brochure in-8. 50 c.

OLLÉ-LAPRUNE. **La philosophie de Malebranche.** 2 vol. in-8. 16 fr.

PARIS (comte de). **Les associations ouvrières en Angleterre** (trades-unions). 1869, 1 vol. gr. in-8. 2 fr. 50
Édition sur papier de Chine : Broché. 12 fr.
— Reliure de luxe. 20 fr.

PELLETAN (Eugène). Voyez pages 22 et 25.

PENJON. **Berkeley**, sa vie et ses œuvres. In-8, 1878. 7 fr. 50

PEREZ (Bernard). **Les trois premières années de l'enfant**, étude de psychologie expérimentale. 1878, 1 vol. 3 fr. 50

PETROZ (P.). **L'art et la critique en France** depuis 1822. 1 vol. in-18. 1875. 3 fr. 50

POEY (André). **Le positivisme.** 1 fort vol. in-12 (1876). 4 fr. 50

PUISSANT (Adolphe). **Erreurs et préjugés populaires.** 1873, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

Recrutement des armées de terre et de mer, loi de 1872. 1 vol. in-4. 12 fr.

Réorganisation des armées active et territoriale, lois de 1873-1875. 1 vol. in-4. 18 fr.

REYMOND (William). **Histoire de l'art.** 1874, 1 vol. in-8. 5 fr.

RIBOT (Paul). **Matérialisme et spiritualisme.** 1873, in-8. 6 fr.

SALETTA. **Principe de logique positive**, ou traité de scepticisme positif. Première partie (de la connaissance en général). 1 vol. gr. in-8. 3 fr. 50

SECRÉTAN. **Philosophie de la liberté**, l'histoire, l'idée. 3e édition, 1879, 2 vol. in-8. 10 fr.

SIEGFRIED (Jules). **La misère, son histoire, ses causes, ses remèdes.** 1 vol. grand in-18 (1877). 3 fr.

SIÈREBOIS. **Autopsie de l'âme.** Identité du matérialisme et du vrai spiritualisme. 2e édit. 1873, 1 vol. in-18. 2 fr. 50

SIÈREBOIS. **La morale** fouillée dans ses fondements. Essai d'anthropodicée. 1867, 1 vol. in-8. 6 fr.

SIÈREBOIS. **Psychologie réaliste.** Étude sur les éléments réels de l'âme et de la pensée. 1 vol. in-18 (1876). 2 fr. 50

SMEE (A.). **Mon jardin**, géologie, botanique, histoire naturelle. 1876, 1 magnifique vol. gr in-8, orné de 1300 fig. et 52 pl. hors texte, traduit de l'anglais par M. BARBIER. 1876. Broché. 15 fr.
  Cartonnage riche, doré sur tranches. 20 fr.

SOREL (ALBERT). **Le traité de Paris du 20 novembre 1815.** 1873, 1 vol. in-8. 4 fr. 50

THULIÉ. **La folie et la loi.** 1867, 2e édit., 1 vol. in-8. 3 fr. 50

THULIÉ. **La manie raisonnante du docteur Campagne.** 1870, broch. in-8 de 132 pages. 2 fr.

TIBERGHIEN. **Les commandements de l'humanité.** 1872, 1 vol. in-18. 3 fr.

TIBERGHIEN. **Enseignement et philosophie.** In-18. 4 fr.

TISSANDIER. **Études de Théodicée.** 1869, in-8 de 270 p. 4 fr.

TISSOT. **Principes de morale**, leur caractère rationnel et universel, leur application. Couronné par l'Institut. In-8. 6 fr.

TISSOT. Voyez KANT, page 3.

VACHEROT. Voyez p. 2 et 7.

VAN DER REST. **Platon et Aristote.** Essai sur les commencements de la science politique. 1 fort vol. in-8 (1876). 10 fr.

VÉRA. **Strauss. L'ancienne et la nouvelle foi.** In-8. 6 fr.

VÉRA. **Cavour et l'Église libre dans l'État libre.** 1874, in-8. 3 fr. 50

VÉRA. **L'Hegélianisme et la philosophie.** In-18. 3 fr. 50

VÉRA. **Mélanges philosophiques.** 1 vol. in-8, 1862. 5 fr.

VÉRA. **Platonis, Aristotelis et Hegelii de medio termino doctrina.** 1 vol. in-8. 1845. 1 fr. 50

VILLIAUMÉ. **La politique moderne**, traité complet de politique. 1873, 1 beau vol. in-8. 6 fr.

WEBER. **Histoire de la philosophie européenne.** 1878, 1 vol. in-8. 2e édition. 10 fr.

YUNG (EUGÈNE). **Henri IV, écrivain.** 1 vol. in-8. 1855. 5 fr.

ZIMMERMANN. **De la solitude.** In-8. 3 fr. 50

ENQUÊTE PARLEMENTAIRE SUR LES ACTES DU GOUVERNEMENT

DE LA DÉFENSE NATIONALE

DÉPOSITIONS DES TÉMOINS :

TOME PREMIER. Dépositions de MM. Thiers, maréchal Mac-Mahon, maréchal Le Bœuf, Benedetti, duc de Gramont, de Talhouët, amiral Rigault de Genouilly, baron Jérôme David, général de Palikao, Jules Brame, Dréolle, etc.

TOME II. Dépositions de MM. de Chaudordy, Laurier, Cresson, Dréo. Ranc, Rampont, Steenackers, Fernique, Robert, Schneider, Buffet, Lebreton et Hébert, Bellangé, colonel Alavoine, Gervais, Bécherelle, Robin, Muller, Boutefoy, Meyer, Clément et Simonneau, Fontaine, Jacob, Lemaire, Petetin, Guyot-Montpayroux, général Soumain, de Legge, colonel Vabre, de Crisenoy, colonel Ibos, etc.

TOME III. Dépositions militaires de MM. de Freycinet, de Serres, le général Lefort, le général Ducrot, le général Vinoy, le lieutenant de vaisseau Farcy, le commandant Amet, l'amiral Pothuau, Jean Brunet, le général de Beaufort-d'Hautpoul, le général de Valdan, le général d'Aurelle de Paladines, le général Chanzy, le général Martin des Pallières, le général de Sonis, etc.

TOME IV. Dépositions de MM. le général Bordone, Mathieu, de Laborie, Luce-Villiard, Castillon, Debusschère, Darcy, Chenet, de La Taille, Baillehache, de Grancey, L'Hermite, Pradier, Middleton, Frédéric Morin, Thoyot, le maréchal Bazaine, le général Boyer, le maréchal Canrobert, etc. Annexe à la déposition de M. Testelin note de M. le colonel Denfert, note de la Commission, etc.

TOME V. Dépositions complémentaires et réclamations. — Rapports de la préfecture de police en 1870-1871. — Circulaires, proclamations et bulletins du Gouvernement de la Défense nationale. — Suspension du tribunal de la Rochelle; rapport de M. de La Borderie; dépositions.

ANNEXE AU TOME V. Deuxieme déposition de M. Cresson. Événements de Nimes, affaire d'Aïn Yagout. — Réclamations de MM. le général Bellot et Engelhart. — Note de la Commission d'enquête (1 fr.).

RAPPORTS :

TOME PREMIER. M. *Chaper*, les procès-verbaux des séances du Gouvernement de la Défense nationale. — M. *de Sugny*, les événements de Lyon sous le Gouv. de la Défense nat. — M. *de Rességuier*, les actes du Gouv. de la Défense nat. dans le sud-ouest de la France.

TOME II. M. *Saint-Marc Girardin*, la chute du second Empire. — M. *de Sugny*, les événements de Marseille sous le Gouv. de la Défense nat.

TOME III. M. *le comte Daru*, la politique du Gouvernement de la Défense nationale à Paris.

TOME IV. M. *Chaper*, de la Défense nat. au point de vue militaire à Paris.

TOME V. *Boreau-Lajanadie*, l'emprunt Morgan. — M. *de la Borderie*, le camp de Coulie et l'armée de Bretagne. — M. *de la Sicotière*, l'affaire de Dreux.

TOME VI. M. *de Rainneville*, les actes diplomatiques du Gouv. de la Défense nat. — M. *A. Lallié*, les postes et les télégraphes pendant la guerre. — M. *Delsol*, la ligne du Sud-Ouest. — M. *Perrot*, la défense en province. (1re *partie*.)

TOME VII. M. *Perrot*, les actes militaires du Gouv. la Défense nat. en province (2e *partie* : Expédition de l'Est).

TOME VIII. M. *de la Sicotière*, sur l'Algérie.

TOME IX. Algérie, dépositions des témoins. Table générale et analytique des dépositions des témoins avec renvoi aux rapports (10 fr.).

TOME X. M. *Boreau-Lajanadie*, le Gouvernement de la Défense nationale à Tours et a Bordeaux. (5 fr.).

PIÈCES JUSTIFICATIVES :

TOME PREMIER. Dépêches télégraphiques officielles, première partie.

TOME DEUXIÈME. Dépêches télégraphiques officielles, deuxième partie. — Pièces justificatives du rapport de M. Saint-Marc Girardin.

PRIX DE CHAQUE VOLUME. . . . . **15** fr.

PRIX DE L'ENQUÊTE COMPLÈTE EN 18 VOLUMES. . . . **241** fr.

Rapports sur les actes du Gouvernement de la Défense nationale, se vendant séparément :

DE RESSÉGUIER. — Toulouse sous le Gouv. de la Défense nat. In-4. 2 fr. 50
SAINT-MARC GIRARDIN. — La chute du second Empire. In-4. 4 fr. 50
Pièces justificatives du rapport de M. Saint-Marc Girardin. 1 vol. in-4. 5 fr.
DE SUGNY. — Marseille sous le Gouv. de la Défense nat. In-4. 10 fr.
DE SUGNY. — Lyon sous le Gouv. de la Défense nat. In-4. 7 fr.
DARU. — La politique du Gouv. de la Défense nat. à Paris. In-4. 15 fr
CHAPER. — Le Gouv. de la Défense à Paris au point de vue militaire. In-4. 15 fr.
CHAPER. — Procès-verbaux des séances du Gouv. de la Défense nat. In-4. 5 fr.
BOREAU-LAJANADIE. — L'emprunt Morgan. In-4. 4 fr. 50
DE LA BORDERIE. — Le camp de Conlie et l'armée de Bretagne. In-4. 10 fr.
DE LA SICOTIÈRE. — L'affaire de Dreux. In-4. 2 fr. 50
DE LA SICOTIÈRE. — L'Algérie sous le Gouvernement de la Défense nationale. 2 vol. in-4. 22 fr.
DE RAINNEVILLE. Actes diplomatiques du Gouv. de la Défense nat. 1 vol. in-4. 3 fr. 50
LALLIÉ. Les postes et les télégraphes pendant la guerre. 1 vol. in-4. 1 fr. 50
DELSOL. La ligne du Sud-Ouest. 1 vol. in-4. 1 fr. 50
PERROT. Le Gouvernement de la Défense nationale en province. 2 vol. in-4. 25 fr.
BOREAU-LAJANADIE. Rapport sur les actes de la Délégation du Gouvernement de la Défense nationale à Tours et à Bordeaux. 1 vol. in 4. 5 fr.
Dépêches télégraphiques officielles. 2 vol. in-4. 25 fr.
Procès-verbaux de la Commune. 1 vol. in-4. 5 fr.
Table générale et analytique des dépositions des témoins. 1 vol. in-4. 3 fr. 50

LES ACTES DU GOUVERNEMENT

DE LA

DÉFENSE NATIONALE

(DU 4 SEPTEMBRE 1870 AU 8 FÉVRIER 1871)

ENQUÊTE PARLEMENTAIRE FAITE PAR L'ASSEMBLÉE NATIONALE
RAPPORTS DE LA COMMISSION ET DES SOUS-COMMISSIONS
TÉLÉGRAMMES
PIÈCES DIVERSES — DÉPOSITIONS DES TÉMOINS — PIÈCES JUSTIFICATIVES
TABLES ANALYTIQUE, GÉNÉRALE ET NOMINATIVE

7 forts volumes in-4. — Chaque volume séparément 16 fr.

L'ouvrage complet en 7 volumes : 112 fr.

Cette édition populaire réunit, en sept volumes avec une Table analytique par volume, tous les documents distribués à l'Assemblée nationale — Une Table générale et nominative termine le 7e volume.

ENQUÊTE PARLEMENTAIRE

SUR

L'INSURRECTION DU 18 MARS

1° RAPPORTS. — 2° DÉPOSITIONS de MM. Thiers, maréchal Mac-Mahon, général Trochu, J. Favre, Ernest Picard, J. Ferry, général Le Flô, général Vinoy, colonel Lambert, colonel Gaillard, général Appert, Floquet, général Cremer, amiral Saisset, Schœlcher, amiral Pothuau, colonel Langlois, etc. — 3° PIÈCES JUSTIFICATIVES

1 vol. grand in-4°. — Prix : **16** fr.

COLLECTION ELZÉVIRIENNE

MAZZINI. **Lettres de Joseph Mazzini** à Daniel Stern (1864-1872), avec une lettre autographiée. 3 fr. 50

MAX MULLER. **Amour allemand**, traduit de l'allemand. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

CORLIEU (le Dr). **La mort des rois de France** depuis François Ier jusqu'à la Révolution française, études médicales et historiques. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

CLAMAGERAN. **L'Algérie**, impressions de voyage. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

STUART MILL (J.). **La République de 1848**, traduit de l'anglais, avec préface par M. Sadi Carnot, 1 vol. in-18 (1875). 3 fr. 50

RIBERT (Léonce). **Esprit de la Constitution** du 25 février 1875. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

NOEL (E.). **Mémoires d'un imbécile**, précédé d'une préface de *M. Littré*. 1 vol. in-18, 3e édition (1879). 3 fr. 50

PELLETAN (Eug.). **Jarousseau, le Pasteur du désert**. 1 vol. in-18 (1877). Ouvrage couronné par l'Académie française. 3 fr. 50

PELLETAN (Eug.). **Élisée, voyage d'un homme à la recherche de lui-même**, 1 vol. in-18 (1877). 3 fr. 50

PELLETAN (Eug.). **Un roi philosophe, Frédéric le Grand**. 1 vol. in-18 (1878). 3 fr. 50

ŒUVRES

DE

EDGAR QUINET

Chaque volume se vend séparément

Édition in-8 .... 6 fr. | Édition in-18..... 3 fr. 50

I. — Génie des Religions. — De l'origine des Dieux. (Nouvelle édition.)

II. — Les Jésuites. — L'Ultramontanisme. — Introduction à la Philosophie de l'histoire de l'Humanité. (Nouvelle édition, avec préface inédite).

III. — Le Christianisme et la Révolution française. Examen de la Vie de Jésus-Christ, par Strauss. — Philosophie de l'histoire de France. (Nouvelle édition.)

IV. — Les Révolutions d'Italie. (Nouvelle édition.)

V. — Marnix de Sainte-Aldegonde. — La Grèce moderne et ses rapports avec l'Antiquité.

VI. — Les Romains. — Allemagne et Italie. — Mélanges.

VII. — Ashavérus. — Les Tablettes du Juif errant.

VIII. — Prométhée. — Les Esclaves.

IX. — Mes Vacances en Espagne. — De l'Histoire de la Poésie. — Des Epopées françaises inédites du XIIe siècle.

X. — Histoire de mes idées.

XI. — L'Enseignement du peuple. — La Révolution religieuse au XIXe siècle. — La Croisade romaine. — Le Panthéon. — Plébiscite et Concile. — Aux Paysans.

Viennent de paraître :

Correspondance. Lettres à sa mère. 2 vol. in-18.... 7 »

Les mêmes. 2 vol. in-8.......................... 12 »

La révolution. 3 vol. in-18.......................... 10 50

La campagne de 1815. 1 vol. in-18............. 3 50

Merlin, l'enchanteur, avec une préface nouvelle, notes et commentaires, 1 vol. in-18. 7 fr.

Ou 2 vol. in-8. 12 fr.

BIBLIOTHÈQUE UTILE

LISTE DES OUVRAGES PAR ORDRE D'APPARITION

Le vol. de 190 p., br. 60 cent. — Cart. à l'ang. 1 fr.

I. — **Morand**. Introduction à l'étude des Sciences physiques.
II. — **Cruveilhier**. Hygiène générale. 4e édition.
III. — **Corbon**. De l'enseignement professionnel. 2e édition.
IV. — **L. Pichat**. L'Art et les Artistes en France. 3e édition.
V. — **Buchez**. Les Mérovingiens. 3e édition.
VI. — **Buchez**. Les Carlovingiens.
VII. — **F. Morin**. La France au moyen âge. 3e édition.
VIII. — **Bastide**. Luttes religieuses des premiers siècles. 3e éd.
IX. — **Bastide**. Les guerres de la Réforme. 3e édition.
X. — **E. Pelletan**. Décadence de la monarchie française. 4e éd.
XI. — **L. Brothier**. Histoire de la Terre. 4e édition.
XII. — **Sanson**. Principaux faits de la Chimie. 3e édition.
XIII. — **Turck**. Médecine populaire. 4e édition.
XIV. — **Morin**. Résumé populaire du Code civil. 2e édition.
XV. — **Zaborowski**. L'homme préhistorique.
XVI. — **A. Ott**. L'Inde et la Chine.
XVII. — **Catalan**. Notions d'Astronomie. 2e édition.
XVIII. — **Cristal**. Les Délassements du Travail.
XIX. — **Victor Meunier**. Philosophie zoologique.
XX. — **G. Jourdan**. La justice criminelle en France. 2e édition.
XXI. — **Ch. Rolland**. Histoire de la maison d'Autriche.
XXII. — **E. Despois**. Révolution d'Angleterre. 2e édition.
XXIII. — **B. Gastineau**. Génie de la Science et de l'Industrie.
XXIV. — **H. Leneveux**. Le Budget du foyer. Economie domestique.
XXV. — **L. Combes**. La Grèce ancienne.
XXVI. — **Fréd. Lock**. Histoire de la Restauration. 2e édition.
XXVII. — **L. Brothier**. Histoire populaire de la philosophie. 2e édition.
XXVIII. — **E. Margollé**. Les phénomènes de la Mer. 3e édition.
XXIX. — **L. Collas**. Histoire de l'Empire ottoman.
XXX. — **Zurcher**. Les Phénomènes de l'atmosphère. 3e édition.
XXXI. — **E. Raymond**. L'Espagne et le Portugal.
XXXII. — **Eugène Noël**. Voltaire et Rousseau. 2e édition.
XXXIII. — **A. Ott**. L'Asie occidentale et l'Egypte.
XXXIV. — **Ch. Richard**. Origine et fin des Mondes. 3e édition.
XXXV. — **Enfantin**. La Vie éternelle. 2e édition.
XXXVI. — **L. Brothier**. Causeries sur la mécanique.
XXXVII. — **Alfred Doneaud**. Histoire de la Marine française.
XXXVIII. — **Fréd. Lock**. Jeanne d'Arc.
XXXIX. — **Carnot**. Révolution française. — Période de création (1789-1792).
XL. — **Carnot**. Révolution française. — Période de conservation (1792-1804).
XLI. — **Zurcher** et **Margollé**. Télescope et Microscope.
XLII. — **Blerzy**. Torrents, Fleuves et Canaux de la France.
XLIII. — **P. Secchi, Wolf, Briot et Delaunay**. Le Soleil, les Étoiles et les Comètes.
XLIV. — **Stanley Jevons**. L'Économie politique, trad. de l'anglais par H. Gravoz.
XLV. — **Em. Ferrière**. Le Darwinisme.
XLVI. — **H. Leneveux**. Paris municipal.
XLVII. — **Boillot**. Les Entretiens de Fontenelle sur la pluralité des mondes, mis au courant de la science

XLVIII. — **E. Zevort**. Histoire de Louis-Philippe.
XLIX. — **Geikie**. Géographie physique, traduit de l'anglais par H. Gravez.
L. — **Zaborowski**. L'origine du langage.
LI. — **H. Blerzy**. Les colonies anglaises.
LII. — **A. Lévy**. Histoire de l'air.

BIBLIOTHÈQUE UTILE

LISTE DES OUVRAGES PAR ORDRE DE MATIÈRES

I. — HISTOIRE DE FRANCE

Buchez. Les Mérovingiens.
Buchez. Les Carlovingiens.
J. Bastide. Luttes religieuses des premiers siècles.
J. Bastide. Les Guerres de la Réforme.
F. Morin. La France au Moyen Age.
Fréd. Lock. Jeanne d'Arc.
Eug. Pelletan. Décadence de la monarchie française.
Carnot. La Révolution française, 2 vol.
Fréd. Lock. Histoire de la Restauration.
Alf. Donneaud. Histoire de la marine française.
E. Zevort. Histoire de Louis-Philippe.

II. — PAYS ÉTRANGERS.

E. Raymond. L'Espagne et le Portugal.
L. Collas. Histoire de l'empire ottoman.
L. Combes. La Grèce ancienne.
A. Ott. L'Asie occidentale et l'Egypte.
A. Ott. L'Inde et la Chine.
Ch. Rolland. Histoire de la maison d'Autriche.
Eug. Despois. Les Révolutions d'Angleterre.
H. Blerzy. Les colonies anglaises.

III. — PHILOSOPHIE.

Enfantin. La Vie éternelle.
Eug. Noël. Voltaire et Rousseau.
Léon Brothier. Histoire populaire de la philosophie.
Victor Meunier. La Philosophie zoologique.
Zaborowski. L'origine du langage.

IV. — DROIT.

Morin. La Loi civile en France.
G. Jourdan. La Justice criminelle en France.

V. — SCIENCES.

Benj. Gastineau. Le Génie de la science.
Zurcher et **Margollé**. Télescope et Microscope.
Zurcher. Les Phénomènes de l'atmosphère.
Morand. Introduction à l'étude des sciences physiques.
Cruveilhier. Hygiène générale.
Brothier. Causeries sur la mécanique.
Brothier. Histoire de la terre.
Sanson. Principaux faits de la chimie.
Turck. Médecine populaire.

Catalan. Notions d'astronomie (avec figures).
E. Margollé. Les Phénomènes de la mer.
Ch. Richard Origines et Fins des mondes.
Zaborowski. L'Homme préhistorique.
H. Blerzy. Torrents, Fleuves et Canaux de la France.
P. Secchi, Wolf et **Briot**. Le Soleil, les Étoiles et les Comètes (avec figures).
Em. Ferrière. Le Darwinisme.
Boillot. Les Entretiens de Fontenelle sur la pluralité des mondes.
Geikie. Géographie physique (avec figures).
A. Lévy. Histoire de l'air (avec figures).

VI. — ENSEIGNEMENT. — ÉCONOMIE POLITIQUE. — ARTS.

Corbon. L'Enseignement professionnel.
Cristal Les Délassements du travail.
H. Leneveux. Le Budget du foyer.
H. Leneveux. Paris Municipal.
Laurent Pichat. L'Art et les Artistes en France.
Stanley Jevons. L'Economie politique.

BIBLIOTHÈQUE POPULAIRE

BARNI (Jules). **Napoléon Ier**. 1 vol. in-18. 1 fr.
BARNI (Jules). **Manuel républicain**. 1 vol. in-18. 1 fr.
MARAIS (Aug.). **Garibaldi et l'armée des Vosges**. 1 vol. in-18. 1 fr. 50
FRIBOURG (E.). **Le paupérisme parisien**, ses progrès depuis vingt-cinq ans. 1 fr. 25
LOURDAU (E.). **Le sénat et la magistrature** dans la démocratie. 1 vol. in-18 (1878). 3 fr. 50

ÉTUDES CONTEMPORAINES

BOUILLET (Ad.). **Les bourgeois gentilshommes. — L'armée d'Henri V**. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
BOUILLET (Ad.). **Les bourgeois gentilshommes. — L'armée d'Henri V**. Types nouveaux et inédits. 1 vol. in-18. 2 fr. 50
BOUILLET (Ad.). **Les Bourgeois gentilshommes. — L'armée d'Henri V**. L'arrière-ban de l'ordre moral. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
VALMONT (V.). **L'espion prussien**, roman anglais, traduit par M. J. DUBRISAY. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
BOURLOTON (Edg.) et ROBERT (Edmond). **La Commune et ses idées à travers l'histoire**. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
CHASSERIAU (Jean). **Du principe autoritaire et du principe rationnel**. 1873. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
NAQUET (Alfred). **La République radicale**. 1 vol. in-18. 3 fr. 50
ROBERT (Edmond). **Les domestiques** 1 vol. in-18 (1875). 2 fr. 50
LOURDAU. **Le sénat et la magistrature dans la démocratie française**. 1 vol. in-18 (1879). 3 fr. 50

REVUE **Politique et Littéraire** (Revue des cours littéraires, 2e série.)	REVUE **Scientifique** (Revue des cours scientifiques, 2e série.)

Directeurs : MM. Eug. YUNG et Ém. ALGLAVE

La septième année de la **Revue des Cours littéraires** et de la **Revue des Cours scientifiques**, terminée à la fin de juin 1871, clôt la première série de cette publication.

La deuxième série a commencé le 1er juillet 1871, et depuis cette époque chacune des années de la collection commence à cette date. Des modifications importantes ont été introduites dans ces deux publications.

REVUE POLITIQUE ET LITTÉRAIRE

La *Revue politique* continue à donner une place aussi large à la littérature, à l'histoire, à la philosophie, etc., mais elle a agrandi son cadre, afin de pouvoir aborder en même temps la politique et les questions sociales. En conséquence, elle a augmenté de moitié le nombre des colonnes de chaque numéro (48 colonnes au lieu de 32).

Chacun des numéros, paraissant le samedi, contient régulièrement :

Une *Semaine politique* et une *Causerie politique,* où sont appréciés, à un point de vue plus général que ne peuvent le faire les journaux quotidiens, les faits qui se produisent dans la politique intérieure de la France, discussions de l'Assemblée, etc.

Une *Causerie littéraire* où sont annoncés, analysés et jugés les ouvrages récemment parus : livres, brochures, pièces de théâtre importantes, etc.

Tous les mois la *Revue politique* publie un *Bulletin géographique* qui expose les découvertes les plus récentes et apprécie les ouvrages géographiques nouveaux de la France et de l'étranger. Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'importance extrême qu'a prise la géographie depuis que les Allemands en ont fait un instrument de conquête et de domination.

De temps en temps une *Revue diplomatique* explique, au point de vue français, les événements importants survenus dans les autres pays.

On accusait avec raison les Français de ne pas observer avec assez d'attention ce qui se passe à l'étranger. La *Revue* remédie à ce défaut. Elle analyse et traduit les livres, articles, discours ou conférences qui ont pour auteurs les hommes les plus éminents des divers pays.

Comme au temps où ce recueil s'appelait *la Revue des cours littéraires* (1864-1870), il continue à publier les principales leçons du Collége de France, de la Sorbonne et des Facultés des départements.

Les ouvrages importants sont analysés, avec citations et extraits, dès le lendemain de leur apparition. En outre, la *Revue politique* publie des articles spéciaux sur toute question que recommandent à l'attention des lecteurs, soit un intérêt public, soit des recherches nouvelles.

Parmi les collaborateurs nous citerons :

Articles politiques. — MM. de Pressensé, Ch. Bigot, Anat. Dunoyer, Anatole Leroy-Beaulieu, Clamageran.

Diplomatie et pays étrangers. — MM. Van den Berg, Albert Sorel, Reynald, Léo Quesnel, Louis Leger, Jezierski.

Philosophie. — MM. Janet, Caro, Ch. Lévêque, Véra, Th. Ribot, E. Boutroux, Nolen, Huxley.

Morale. — MM. Ad. Franck, Laboulaye, Legouvé, Bluntschli.

Philologie et archéologie. — MM. Max Müller, Eugène Benoist, L. Havet, E. Ritter, Maspéro, George Smith.

Littérature ancienne. — MM. Egger, Havet, George Perrot, Gaston Boissier, Geffroy.

Littérature française. — MM. Ch. Nisard, Lenient, Édouard Fournier, Bersier, Gidel, Jules Claretie, Paul Albert.

Littérature étrangère. — MM. Mézières, Büchner, P. Stapfer.

Histoire. — MM. Alf. Maury, Littré, Alf. Rambaud, G. Monod.

Géographie, Economie politique. — MM. Levasseur, Himly, Vidal-Lablache, Gaidoz, Alglave.

Instruction publique. — Madame C. Coignet, MM. Buisson, Em. Beaussire.

Beaux-arts. — MM. Gebhart, Justi, Schnaase, Vischer, Ch. Bigot.

Critique littéraire. — MM. Maxime Gaucher, Paul Albert.

Notes et impressions. — MM. Louis Ulbach et Clément Caraguel.

Ainsi la *Revue politique* embrasse tous les sujets. Elle consacre à chacun une place proportionnée à son importance. Elle est, pour ainsi dire, une image vivante, animée et fidèle de tout le mouvement contemporain.

REVUE SCIENTIFIQUE

Mettre la science à la portée de tous les gens éclairés sans l'abaisser ni la fausser, et, pour cela, exposer les grandes découvertes et les grandes théories scientifiques par leurs auteurs mêmes ;

Suivre le mouvement des idées philosophiques dans le monde savant de tous les pays.

Tel est le double but que la *Revue scientifique* poursuit depuis dix ans avec un succès qui l'a placée au premier rang des publications scientifiques d'Europe et d'Amérique.

Pour réaliser ce programme, elle devait s'adresser d'abord aux Facultés françaises et aux Universités étrangères qui comptent dans leur sein presque tous les hommes de science éminents. Mais, depuis deux années déjà, elle a élargi son cadre afin d'y faire entrer de nouvelles matières.

En laissant toujours la première place à l'enseignement supérieur proprement dit, la *Revue scientifique* ne se restreint plus désormais aux leçons et aux conférences. Elle poursuit tous les développements de la science sur le terrain économique, industriel, militaire et politique.

Elle publie les principales leçons faites au Collége de France, au Muséum d'histoire naturelle de Paris, à la Sorbonne, à l'Institution royale de Londres, dans les Facultés de France, les universités d'Allemagne, d'Angleterre, d'Italie, de Suisse, d'Amérique, et les institutions libres de tous les pays.

Elle analyse les travaux des Sociétés savantes d'Europe et d'Amérique, des Académies des sciences de Paris, Vienne, Berlin, Munich, etc., des Sociétés royales de Londres et d'Édimbourg, des Sociétés d'anthropologie, de géographie, de chimie, de botanique, de géologie, d'astronomie, de médecine, etc.

Elle expose les travaux des grands congrès scientifiques, les Associations *française, britannique* et *américaine*, le Congrès des naturalistes allemands, la Société helvétique des sciences naturelles, les congrès internationaux d'anthropologie préhistorique, etc.

Enfin, elle publie des articles sur les grandes questions de philosophie naturelle, les rapports de la science avec la politique, l'industrie et l'économie sociale, l'organisation scientifique des divers pays, les sciences économiques et militaires, etc.

Parmi les collaborateurs nous citerons :

Astronomie, météorologie. — MM. Faye, Balfour-Stewart, Janssen, Normann Lockyer, Vogel, Laussedat, Thomson, Rayet, Briot, A. Herschel, etc.

Physique. — MM. Helmholtz, Tyndall, Desains, Mascart, Carpenter, Gladstone, Fernet, Bertin.

Chimie. — MM. Wurtz, Berthelot, H. Sainte-Claire Deville, Pasteur, Grimaux, Jungfleisch, Odling, Dumas, Troost, Peligot, Cahours, Friedel, Frankland.

Géologie. — MM. Hébert, Bleicher, Fouqué, Gaudry, Ramsay, Sterry-Hunt. Contejean, Zittel, Wallace, Lory, Lyell, Daubrée.

Zoologie. — MM. Agassiz, Darwin, Haeckel, Milne Edwards, Perrier, P. Bert, Van Beneden, Lacaze-Duthiers, Giard, A. Moreau, E. Blanchard.

Anthropologie. — MM. Broca, de Quatrefages, Darwin, de Mortillet, Virchow, Lubbock, K. Vogt.

Botanique. — MM. Baillon, Cornu, Faivre, Spring, Chatin, Van Tieghem, Duchartre.

Physiologie, anatomie. — MM. Chauveau, Charcot, Moleschott, Onimus, Ritter, Rosenthal, Wundt, Pouchet, Ch. Robin, Vulpian, Virchow, P. Bert, du Bois-Reymond, Helmholtz, Marey, Brücke.

Médecine. — MM. Chauffard, Chauveau, Cornil, Gubler, Le Fort, Verneuil, Broca, Liebreich, Lasègue, G. Sée, Bouley, Giraud-Teulon, Bouchardat, Lépine.

Sciences militaires. — MM. Laussedat, Le Fort, Abel, Jervois, Morin, Noble, Reed, Usquin, X***.

Philosophie scientifique. — MM. Alglave, Bagehot, Carpenter, Hartmann, Herbert Spencer, Lubbock, Tyndall, Gavarret, Ludwig, Ribot.

Prix d'abonnement :

Une seule Revue séparément	Six mois.	Un an.	Les deux Revues ensemble	Six mois.	Un an.
Paris	12f	20f	Paris	20f	36
Départements.	15	25	Départements.	25	42
Étranger....	18	30	Étranger....	30	50

L'abonnement part du 1er juillet, du 1er octobre, du 1er janvier et du 1er avril de chaque année.

Chaque volume de la première série se vend : broché...... 15 fr.
relié........ 20 fr.
Chaque année de la 2e série, formant 2 vol., se vend : broché.. 20 fr.
relié.... 25 fr.

Port des volumes à la charge du destinataire.

Prix de la collection de la première série :

Prix de la collection complète de la *Revue des cours littéraires* ou de la *Revue des cours scientifiques* (1864-1870), 7 vol. in-4. 105 fr.

Prix de la collection complète des deux *Revues* prises en même temps, 14 vol. in-4.................................... 182 fr.

Prix de la collection complète des deux séries :

Revue des cours littéraires et *Revue politique et littéraire*, ou *Revue des cours scientifiques* et *Revue scientifique* (décembre 1863 — janvier 1879), 22 vol. in-4........................... 255 fr.

La *Revue des cours littéraires* et la *Revue politique et littéraire*, avec la *Revue des cours scientifiques* et la *Revue scientifique*, 44 volumes in-4 .... 452 fr.

REVUE PHILOSOPHIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ETRANGER

Paraissant tous les mois

DIRIGÉE

Par TH. RIBOT

Agrégé de philosophie, Docteur ès lettres

(*4e année*, 1879.)

La REVUE PHILOSOPHIQUE paraît tous les mois, depuis le 1er janvier 1876, par livraisons de 6 à 7 feuilles grand in-8, et forme ainsi à la fin de chaque année deux forts volumes d'environ 680 pages chacun.

CHAQUE NUMÉRO DE LA *REVUE* CONTIENT :

1° Plusieurs articles de fond ; 2° des analyses et comptes rendus des nouveaux ouvrages philosophiques français et étrangers ; 3° un compte rendu aussi complet que possible des *publications périodiques* de l'étranger pour tout ce qui concerne la philosophie ; 4° des notes, documents, observations, pouvant servir de matériaux ou donner lieu à des vues nouvelles.

Prix d'abonnement :

Un an, pour Paris.............................. 30 fr.
— pour les départements et l'étranger........ 33 fr.
La livraison.............................. 3 fr.

REVUE HISTORIQUE

Paraissant tous les deux mois

DIRIGÉE

Par MM. GABRIEL MONOD et GUSTAVE FAGNIEZ

(*4e année*, 1879.)

La REVUE HISTORIQUE paraît tous les deux mois, depuis le 1er janvier 1876, par livraisons grand in-8 de 15 à 16 feuilles, de manière à former à la fin de l'année trois beaux volumes de 500 pages chacun.

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

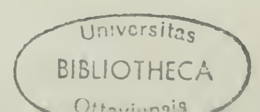
I. Plusieurs *articles de fond*, comprenant chacun, s'il est possible, un travail complet. II. Des *Mélanges et Variétés*, composés de documents inédits d'une étendue restreinte et de courtes notices sur des points d'histoire curieux ou mal connus. III. Un *Bulletin historique* de la France et de l'étranger, fournissant des renseignements aussi complets que possible sur tout ce qui touche aux études historiques. IV. Une *analyse des publications périodiques* de la France et de l'étranger, au point de vue des études historiques. V. Des *Comptes rendus critiques* des livres d'histoire nouveaux.

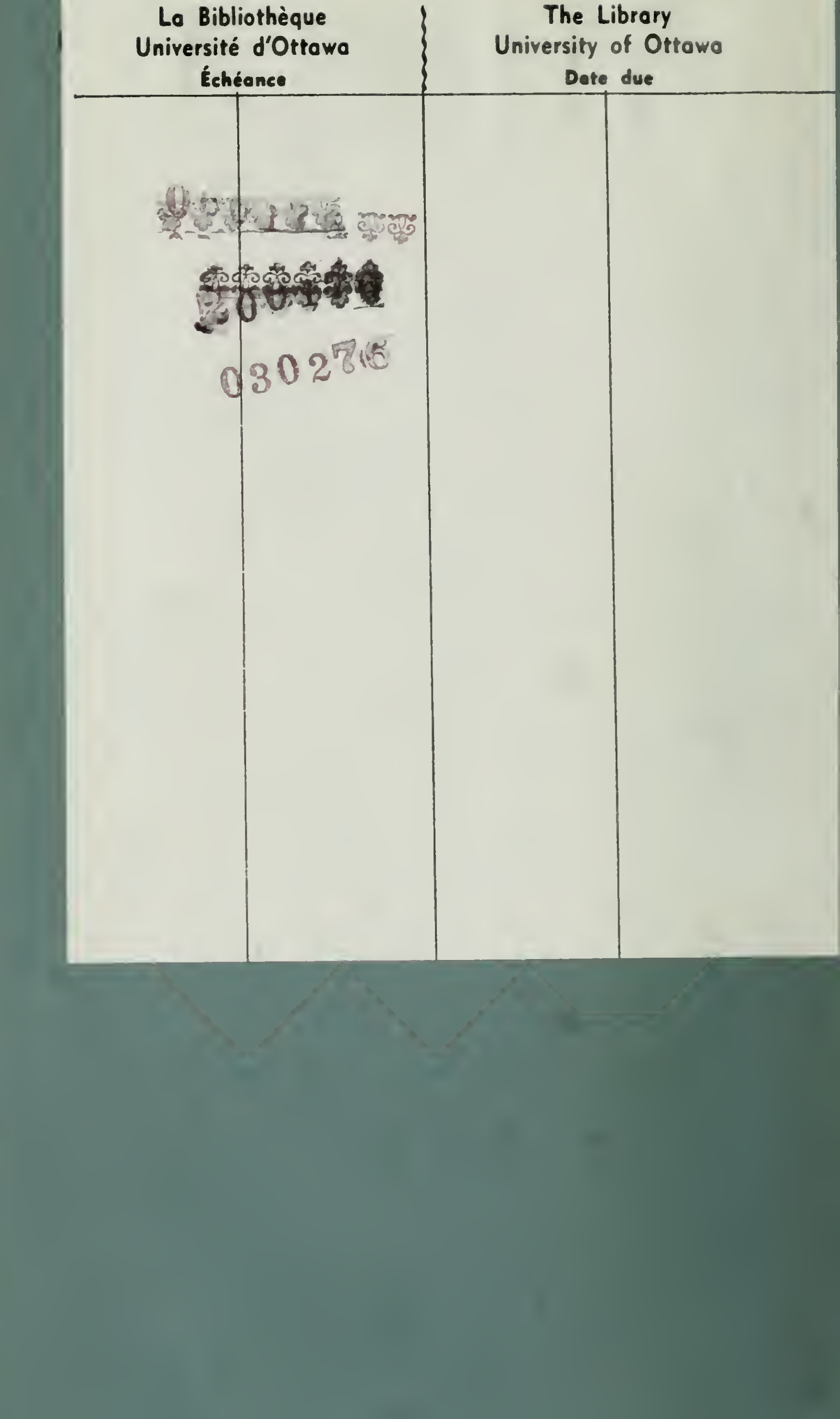
Prix d'abonnement :

Un an, pour Paris.............................. 30 fr.
— pour les départements et l'étranger........ 33 fr.
La livraison.............................. 6 fr.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

13751. — PARIS. — IMPRIMERIE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2




La Bibliothèque
Université d'Ottawa
Échéance
The Library
University of Ottawa
Date due
030276

